



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
5.6. FAROS.....	33
5.6.1. DEFINICIÓN .....	33
5.6.2. TIPOS: .....	33
Giratorios.....	33
Horizonte .....	34
5.6.3. ELEMENTOS DE UN FARO .....	34
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.

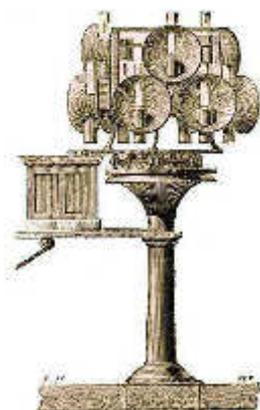
En la segunda mitad del siglo XIX el impulso a la construcción de faros fue definitivo por la posibilidad de usar nuevos materiales y nuevas fuentes de energía. En España se constituyó en 1842 la Comisión de Faros y en 1847 se aprobó el primer Plan de Alumbrado Marítimo de las costas españolas del que 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 1912 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

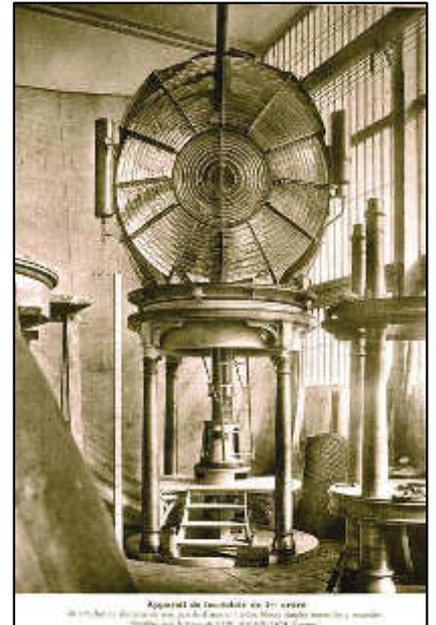
Otro problema que presentaban las lámparas de los faros era cómo conseguir que la débil luz producida fuera visible desde largas distancias y, a la vez, que el marino pudiera diferenciar unas luces de otras. Todo ello dio lugar al desarrollo de los sistemas ópticos.



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

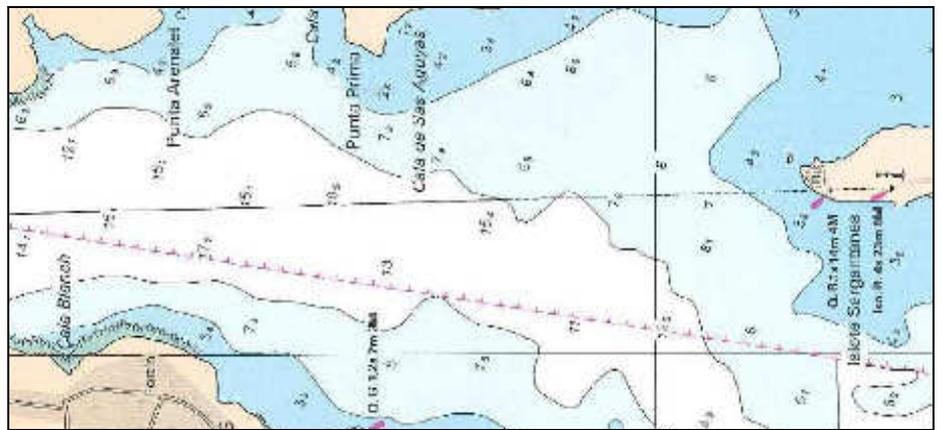
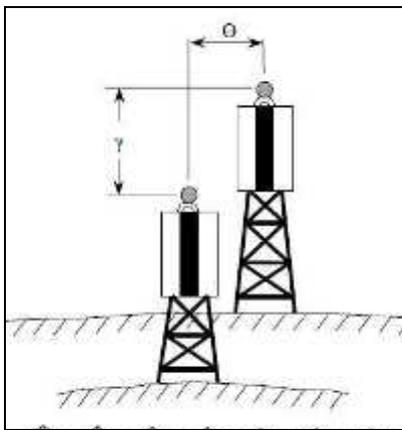
#### 5.2.3.2. ENFILACIONES

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

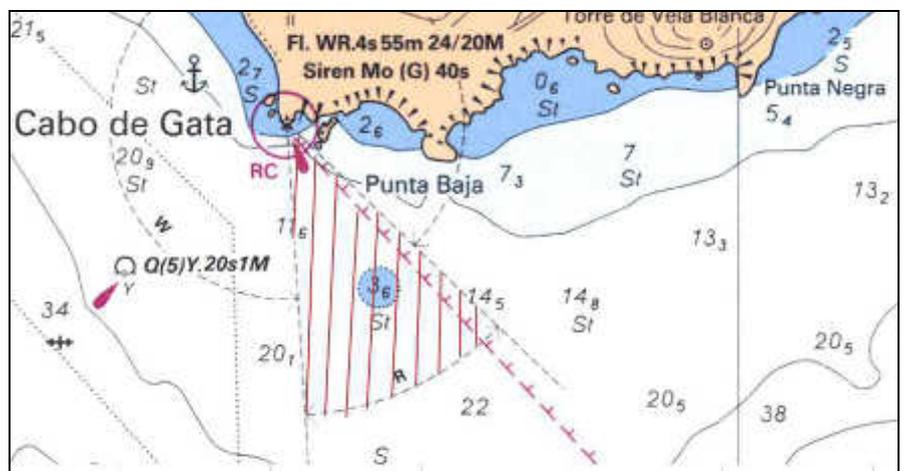
### 5.2.3.3. LUCES DE SECTORES

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



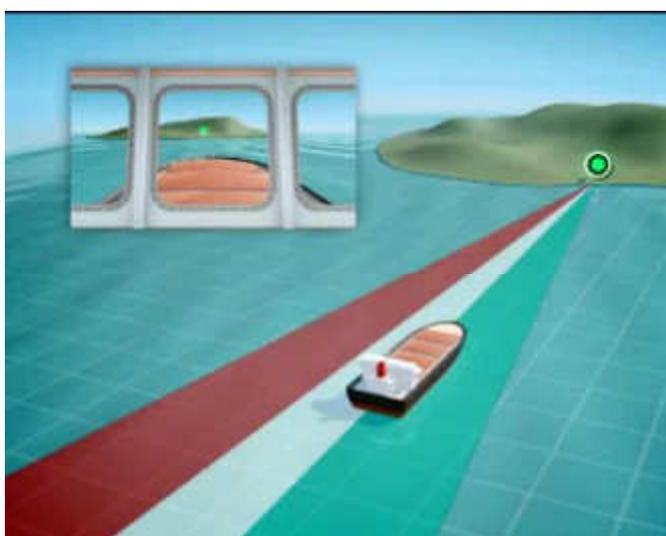
## Aplicaciones

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

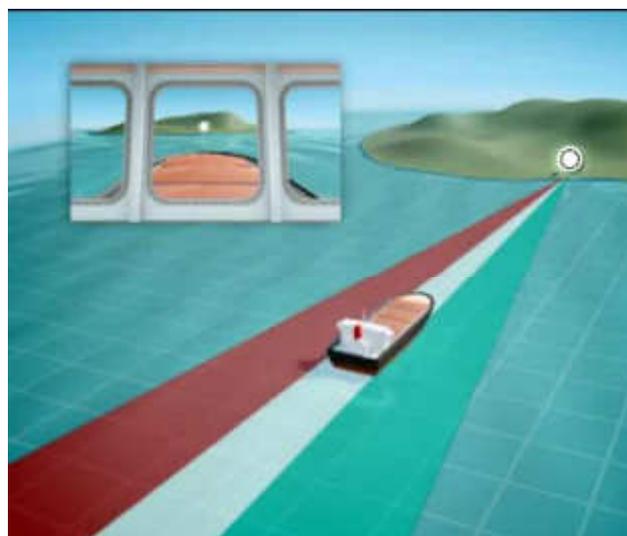
- Fronteras de un canal navegable.
- Cambio de rumbo.
- Bajos, bancos de arena, etc.
- Una determinada zona (ejemplo: zona de fondeo).
- La parte más profunda del la vía o canal de navegación.
- Controles de posición para ayudas flotantes

### 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)



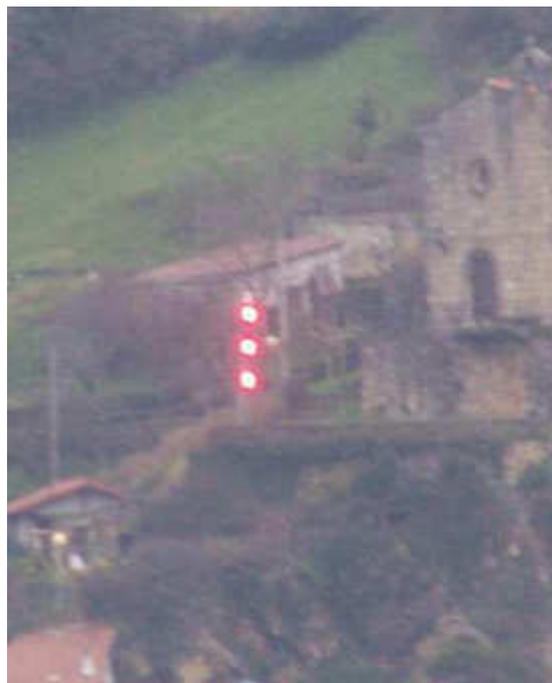
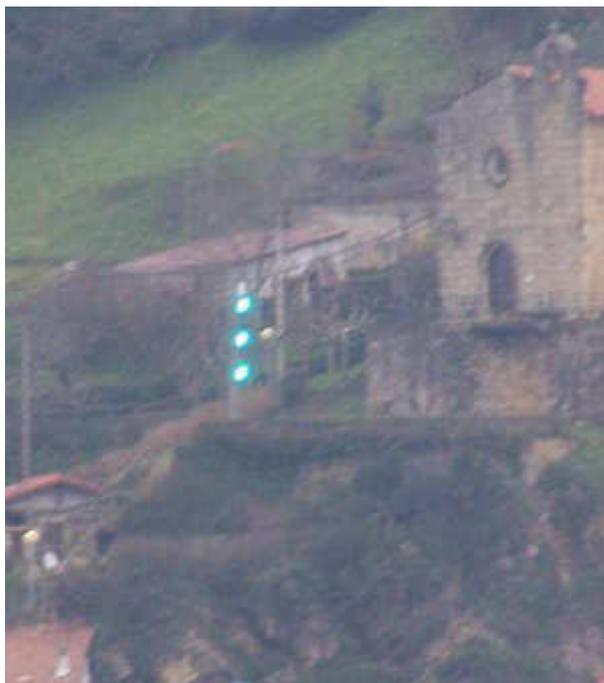
Utilización de una PEL. Buque dentro de la trayectoria (ve la zona blanca de la luz)

### 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.





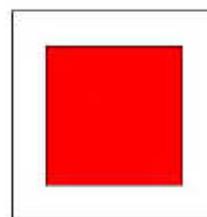
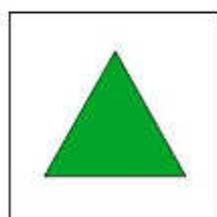
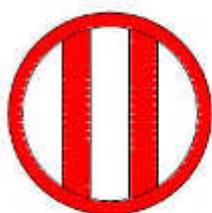
Luces de tráfico portuario (verde pasar rojo no pasar)

#### 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

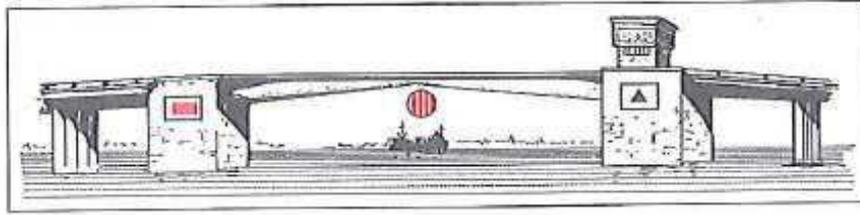


A Estribor un triángulo verde sobre cuadrado blanco

A Babor un rectángulo rojo sobre cuadrado blanco

Mejor zona de paso círculo blanco con franjas verticales rojas

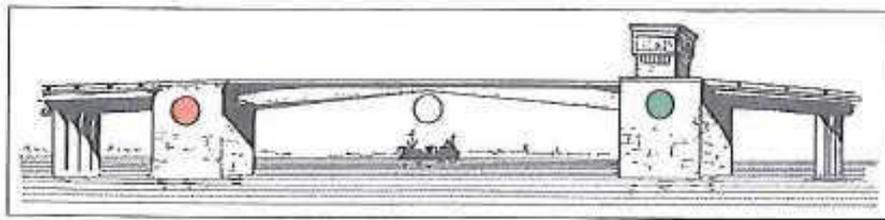




Ejemplo de señalización diurna de un puente en el que la navegación es posible a lo largo de toda su luz con indicación del mejor lugar de paso

### 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**

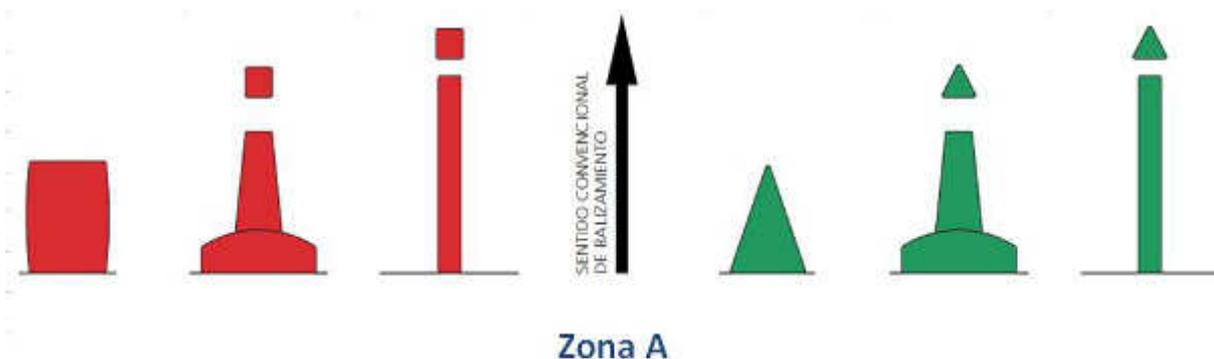
Una marca se define como aquella señal disponible para el navegante que le proporciona orientación para una navegación segura.

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:

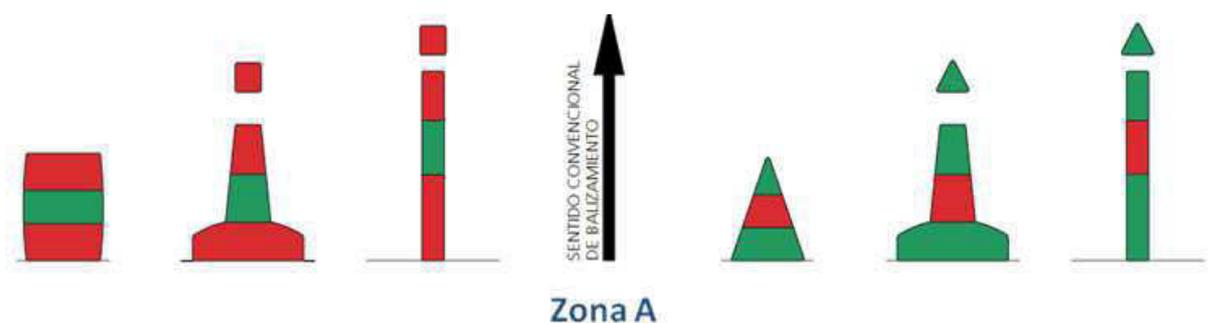
**MARCAS LATERALES** utilizadas generalmente para canales bien definidas, asociadas a un sentido convencional del balizamiento. Estas marcas indican los lados de babor y estribor de la derrota que debe seguirse. Las marcas laterales son distintas según se utilicen en una u otra de las regiones de balizamiento 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



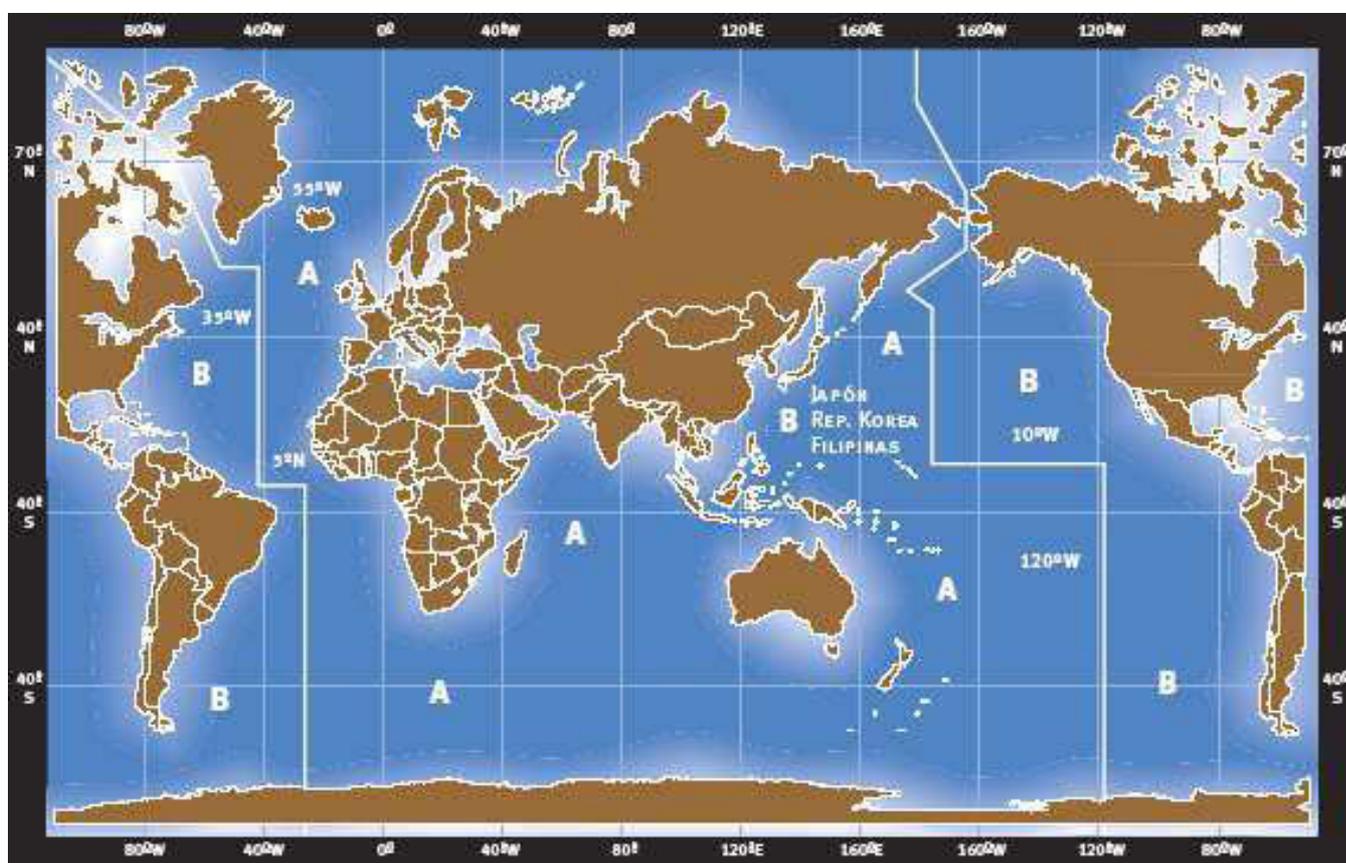
## **Sentido convencional de balizamiento para las marcas laterales**

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).

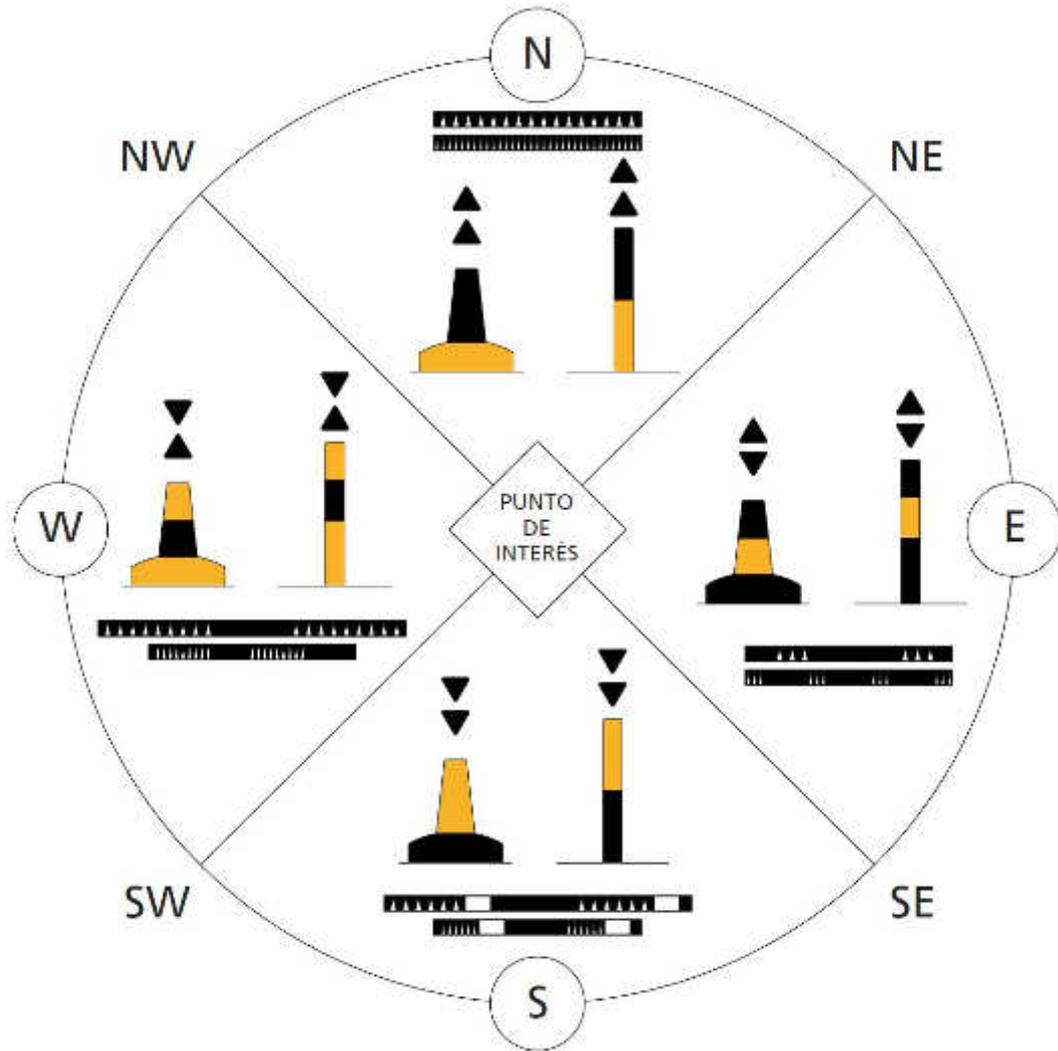


*MARCAS CARDINALES*, que se utilizan asociadas al compás del buque, para indicar al navegante donde están las aguas navegables. Una marca cardinal indica que las aguas más profundas, en la zona en que se encuentra colocada, son las del cuadrante que da nombre a la marca.

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.

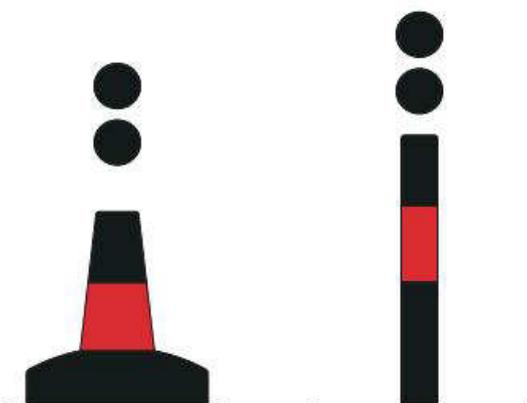


	3.3.1. Marca Cardinal Norte	3.3.2. Marca Cardinal Este
Marca de tope <sup>(a)</sup>	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia arriba	Dos conos negros superpuestos opuestos por sus bases
Color	Negro sobre amarillo	Negro con una ancha banda horizontal amarilla
Forma (boyas)	De castillete o espeque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



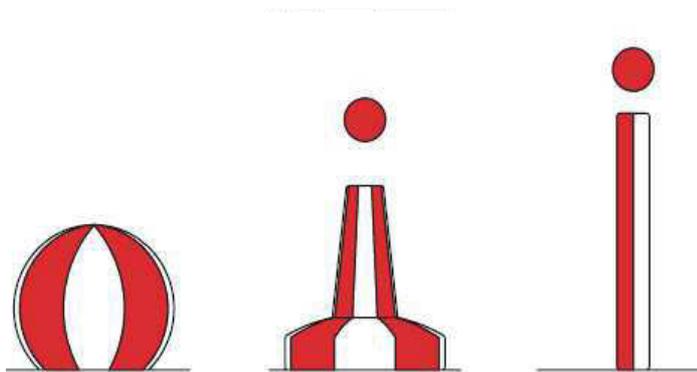
	3.3.3. Marca Cardinal Sur	3.3.4. Marca Cardinal Oeste
Marca de tope <sup>(a)</sup>	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia abajo	Dos conos negros superpuestos opuestos por sus vértices
Color	Amarillo sobre negro	Amarillo con una ancha banda horizontal negra
Forma (boyas)	De castillete o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

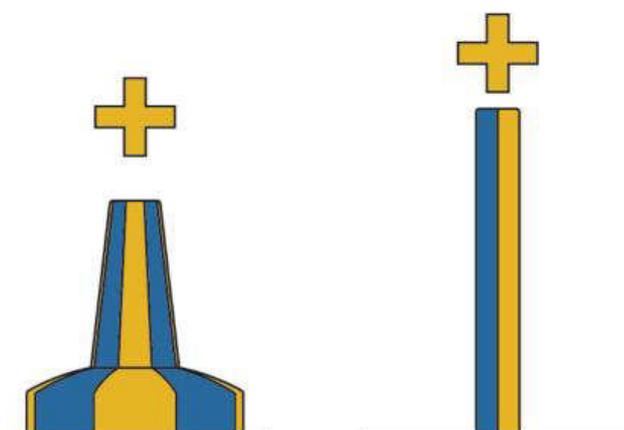


**MARCAS DE PELIGROS NUEVOS**, La expresión "peligro nuevo" se utiliza para designar peligros descubiertos recientemente que aún no figuran en las publicaciones náuticas. Los peligros nuevos comprenden los obstáculos naturales, como bancos de arena o escollos, y los peligros resultantes de la acción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

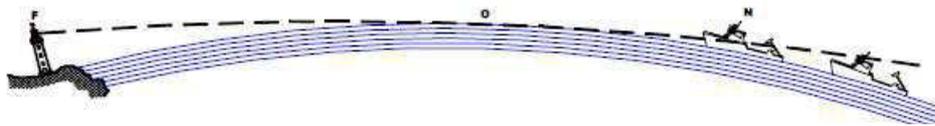
ALCANCES NOMINALES NOCTURNOS en MN para T = 0,74							
MN	cd	MN	cd	MN	cd	MN	cd
1,0	0,9	3,0	15,3	10,0	1390	17,0	33200
1,1	1,2	4,0	37	11,0	2280	18,0	50300
1,2	1,4	5,0	77	12,0	3670	19,0	75700
1,3	1,7	6,0	151	13,0	5820	20,0	113000
1,4	2,1	7,0	277	14,0	9120	22,0	250000
1,5	2,4	8,0	489	15,0	14100	24,0	544000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

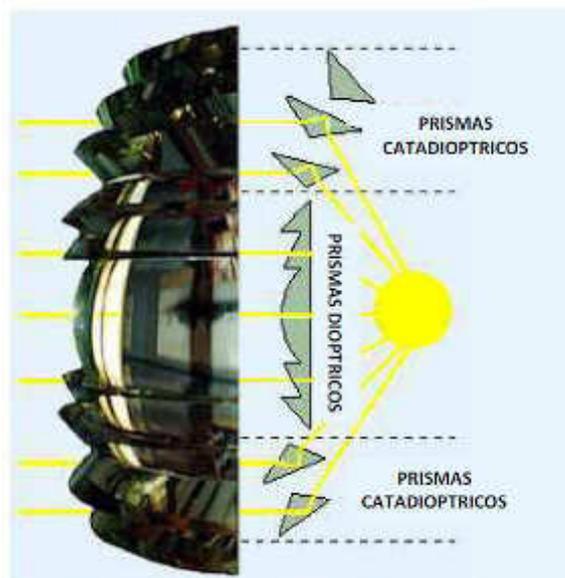
### **Horizonte**

La característica se genera por cortes y aperturas de la alimentación a la lámpara, estos se cortes 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.



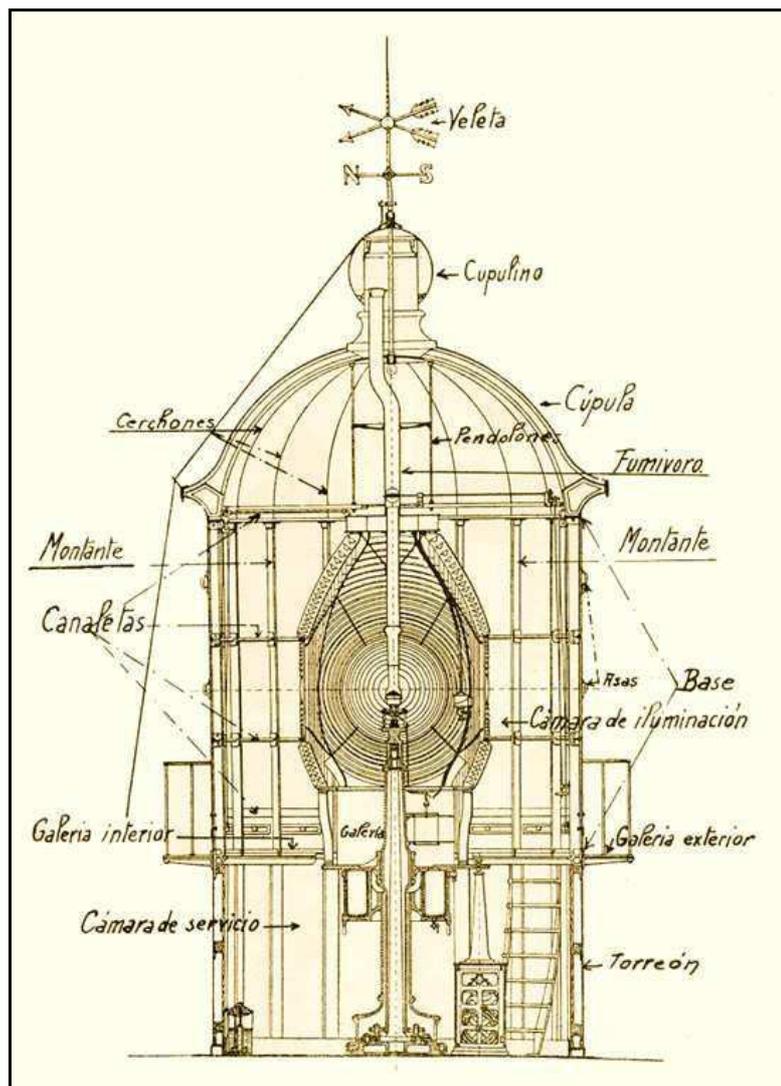
La ilustración muestra como los prismas dióptricos y catadióptricos funcionan refractando y reflejando la luz en planos horizontales

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

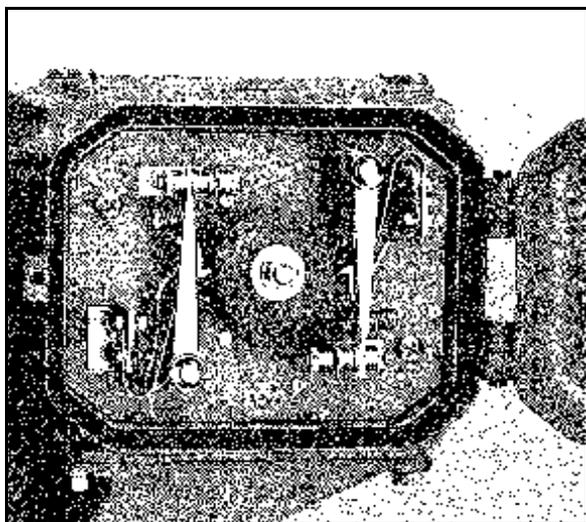
Este dispositivo es el encargado de generar el código o característica de la señal luminosa en los faros con óptica de horizonte, es decir, su función es apagar y encender la lámpara. En los faros giratorios, este elemento no existe debido a que la característica se genera al rotar los paneles ópticos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

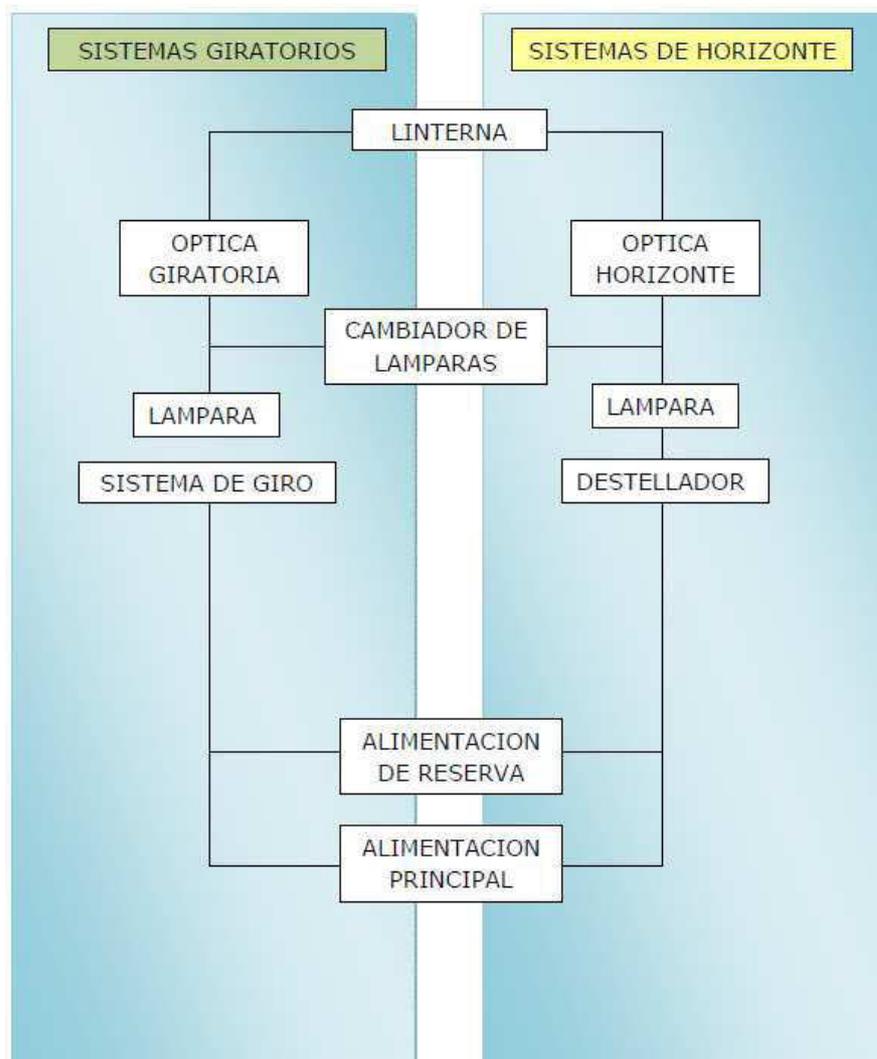




Sistema de relojería



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

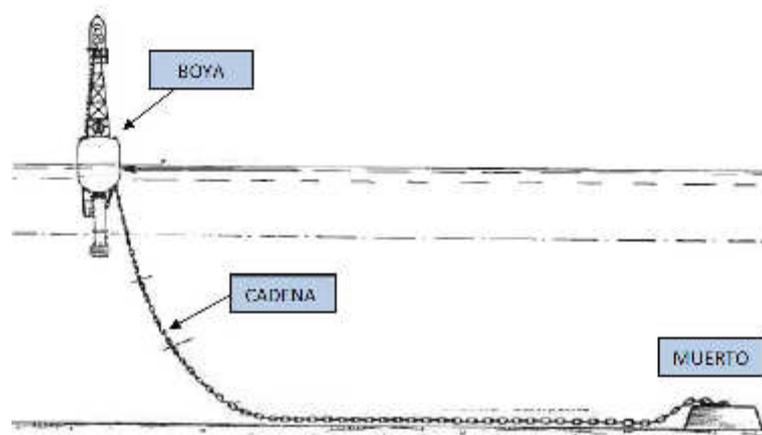
Se define una boya como una ayuda flotante menor, normalmente iluminada aunque hay casos en los que no se instala luz; pueden ser de acero o materiales plásticos.

#### 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**.

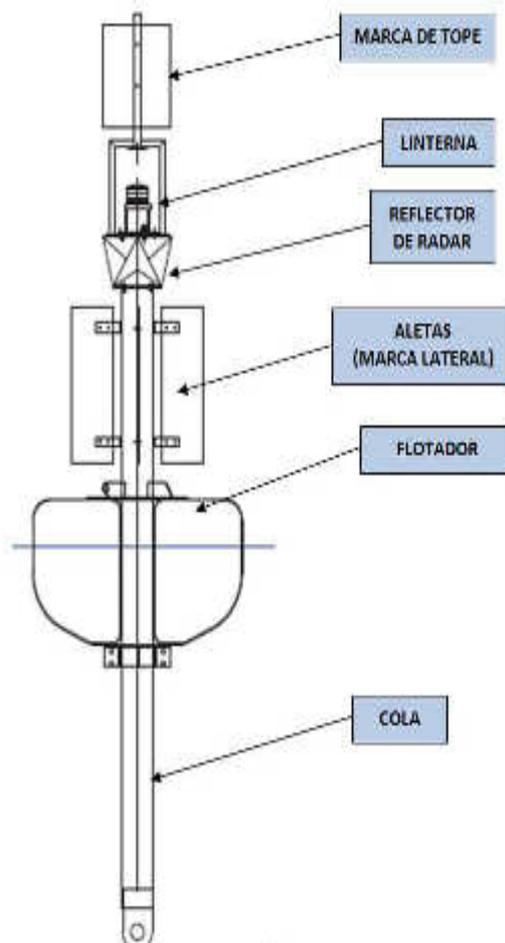


Tren de fondeo de una boya



#### 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.

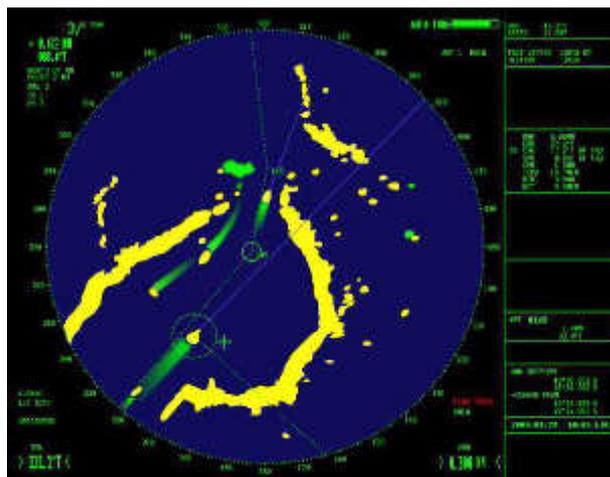
A lo largo de la historia se han utilizado diferentes tipos de ayudas radioeléctricas Radiofaros; sistemas hiperbólicos: OMEGA, DECCA, CHAYKA y LORAN-C, todos ya desaparecidos, excepto estos dos últimos que también tienden a desaparecer, debido en parte, a la aparición de los sistemas basados en el empleo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

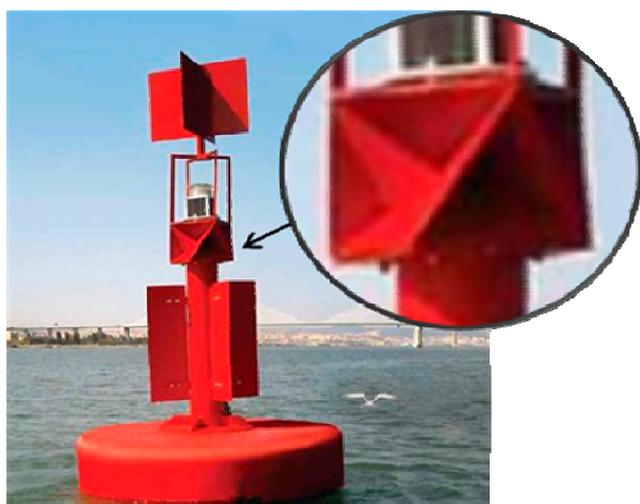
El reflector pasivo de Radar es un elemento pasivo diseñado para devolver a su fuente de origen los pulsos de radiación electromagnética incidentes en él, procedentes de la exploración de un radar, reforzando la visualización del blanco en la pantalla del radar de a bordo. Se utilizan principalmente 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.



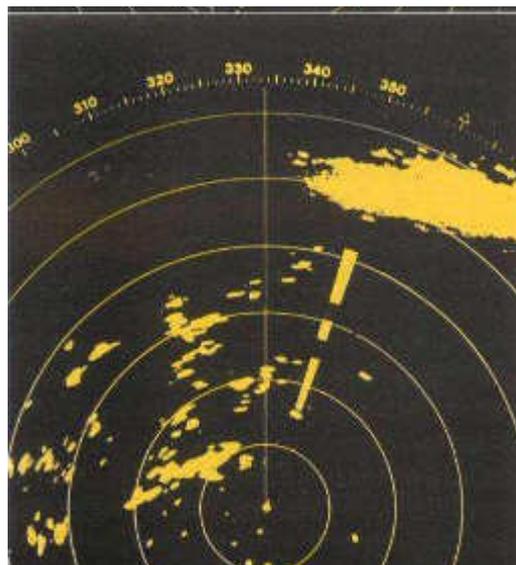
RTE

### 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

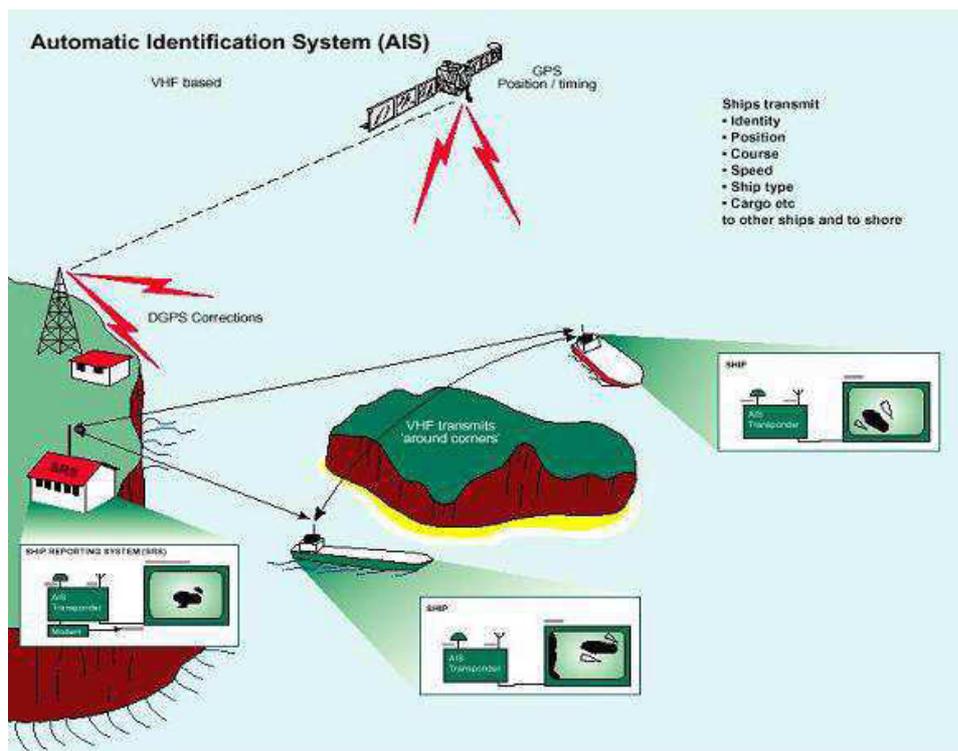
La información que contiene los mensajes de correcciones de posición y los de integridad del sistema ("salud" de los satélites), se emite a los usuarios que dispongan de los receptores apropiados, consiguiendo mejorar la precisión de posicionamiento en determinadas áreas en las que exista cobertura del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

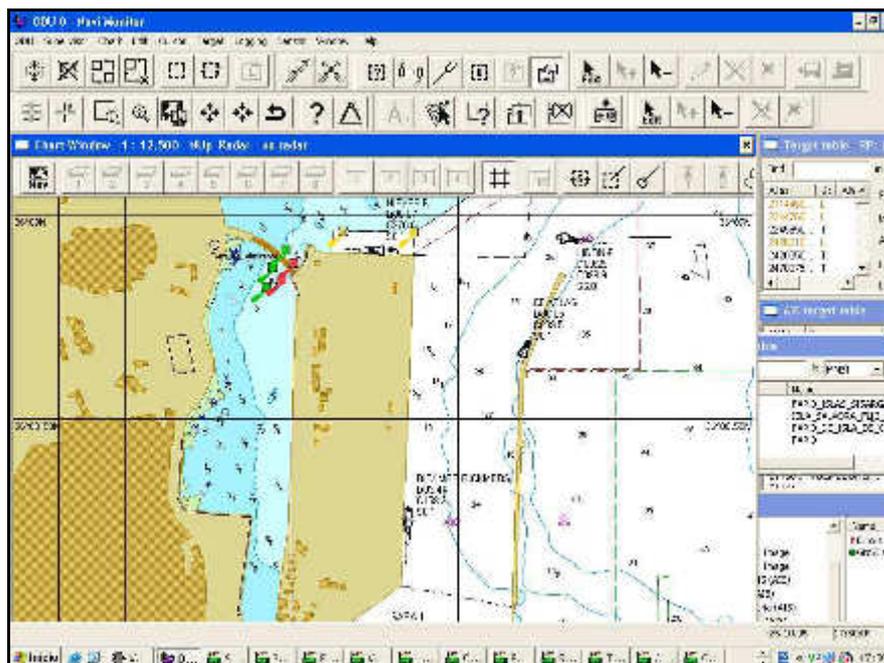
Una vez configurada correctamente, la unidad AIS de a bordo transmite la información continua y automáticamente, sin intervención de la tripulación del buque.



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.



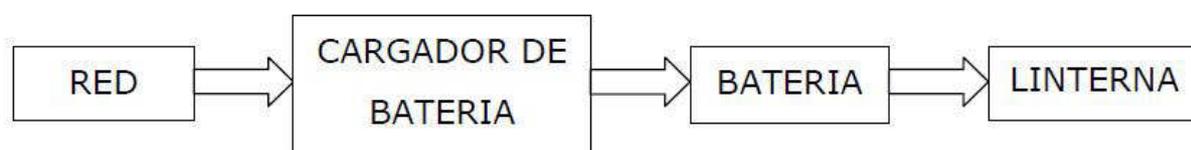
Entre las diferentes configuraciones posibles, en cada caso se utilizara la más adecuada en función de las conexiones disponibles, aislamiento de la señal, consumo, etc. Las más utilizadas son las siguientes:

### 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.

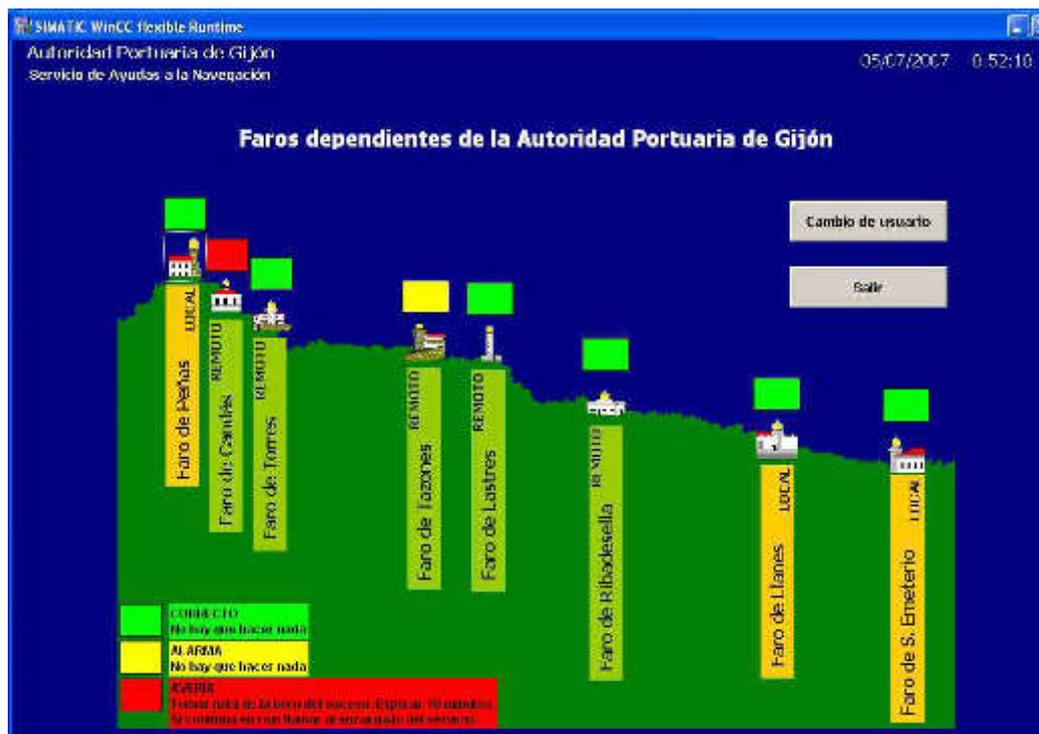
##### **Regulador de carga**

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.

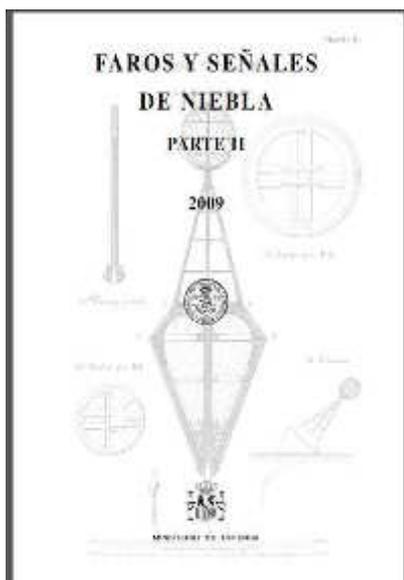
En esta lista se proporcionan detalles como:

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

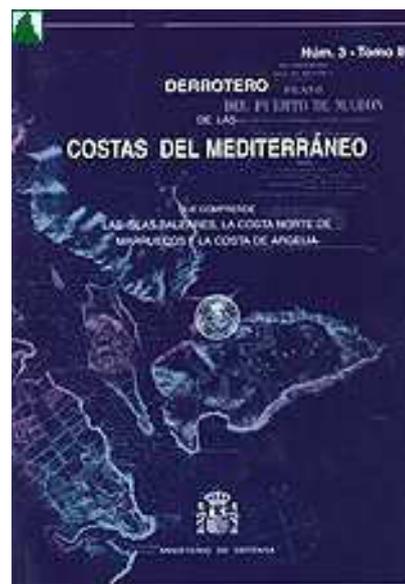
### 10.1.3. Derroteros

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*





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

Puertos del Estado



# MANUAL FORMATIVO

## AYUDAS A LA NAVEGACION NIVEL 2



Autor:

José Carlos Díez Gonzalo

Unidad de Inspección de

Ayudas a la Navegación

Puertos del Estado

30/1/2015

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

1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN.....	8
2.1. Sistemas de iluminación .....	10
2.2. Sistemas ópticos .....	10
2.3. Linternas .....	11
3. MARCO NORMATIVO Y ORGANIZACIONES IMPLICADAS .....	12
3.1 PUERTOS DEL ESTADO.....	12
3.2. COMISIÓN DE FAROS.....	13
3.3. ENTORNO: OMI, IALA, OIH .....	13
3.3.1. OMI .....	13
3.3.2. IALA.....	14
3.3.2.1. Publicaciones de la IALA .....	14
3.3.3. OHI (ORGANIZACIÓN HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL) .....	15
4. AYUDAS A LA NAVEGACIÓN .....	15
4.1. DEFINICIÓN.....	15
4.2. TIPOS.....	15
5. AYUDAS VISUALES .....	16
5.1. DEFINICIÓN.....	16
5.2.1.1. SEÑAL DIURNA Y NOCTURNA. SEÑALES CIEGAS .....	16
5.3. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL DIURNA .....	17
COLOR.....	17
FORMA.....	18
MARCA DE TOPE.....	18
5.3.1. DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO. DIMENSIONES .....	20
5.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL NOCTURNA .....	20
APARIENCIA DE UNA SEÑAL .....	20
COLOR.....	20
CARACTERÍSTICA.....	20
RITMO.....	21
Principales tipos de ritmos: .....	21
5.4.1. ALCANCE DE UNA SEÑAL .....	22
ALCANCE LUMINOSO.....	22
Intensidad luminosa (conceptos) .....	22
ALCANCE NOMINAL.....	23
ALCANCE GEOGRÁFICO. ALTURA DE LA SEÑAL .....	23
6. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE AYUDAS VISUALES .....	25

Faros y balizas.....	25
6.1. FAROS .....	25
6.1.1.TIPOS: .....	26
Giratorios.....	26
Horizonte .....	26
6.1.2. FAROS GIRATORIOS .....	26
6.1.2.1. ELEMENTOS DE UN FARO GIRATORIO.....	28
6.1.2.1.1. Óptica .....	28
6.1.2.1.2. Fuentes de luz (tipos) .....	29
6.1.2.1.3. Fococélula .....	30
6.1.2.1.4. Cambiador de lámparas.....	30
6.1.2.1.5. Sistema de giro .....	31
6.1.3. FAROS DE HORIZONTE.....	32
6.1.3.1. ELEMENTOS DE UN FARO DE HORIZONTE.....	32
6.1.3.1.1. Óptica .....	32
6.1.3.1.2. Fuente de luz (tipos).....	33
6.1.3.1.3. Fococélula .....	33
6.1.3.1.4. Cambiador de lámparas.....	33
6.1.3.1.5. Destellador .....	33
6.1.4. LINTERNAS.....	35
Linternas visitables .....	35
Linternas no visitables .....	36
6.2. BALIZAS.....	36
6.2.1. TIPOS DE LINTERNAS UTILIZADAS EN BALIZAS: .....	37
6.2.1.1. LINTERNAS DE LÁMPARA DE INCANDESCENCIA .....	37
6.2.1.2. LINTERNAS GIRATORIAS .....	37
6.2.1.3. LINTERNAS COMPACTAS .....	37
6.2.1.4. LINTERNAS LED .....	37
6.2.2. ELEMENTOS DE UNA BALIZA .....	38
6.2.2.1. Linterna.....	38
6.2.2.2. Óptica .....	38
6.2.3.3. Fuentes de luz (tipos) .....	39
6.2.3.3.1. Lámparas .....	39
6.2.3.3.2. LED .....	41
6.2.3.4. Fococélula .....	41
6.2.3.5. Cambiador de lámparas.....	41
6.2.3.6. Destellador .....	42
6.3. ENFILACIONES.....	42



6.4. LUCES DE SECTORES .....	43
Angulo de incertidumbre de una luz de sectores.....	44
6.5. LUCES DIRECCIONALES DE SECTORES DE PRECISION .....	45
6.6. BOYAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN .....	45
6.6.1. DESCRIPCIÓN .....	46
6.6.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA BOYA.....	48
6.6.2.1. TREN DE FONDEO .....	48
6.7. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS EN AtoNs:.....	50
6.7.1. RED - GRUPO.....	50
6.7.1.1. Elementos de protección.....	51
6.7.1.2. Grupo electrógeno .....	51
6.7.1.3. Cuadro de automatismo de grupo (CAG) .....	51
6.7.2. RED - BATERIA.....	51
6.7.2.1. Elementos de protección.....	52
6.7.2.2. Baterías.....	52
6.7.2.3. Cargador de baterías .....	52
6.7.3. ALIMENTACIÓN SOLAR .....	52
6.7.3.1. Elementos de protección.....	53
6.7.3.2. Baterías.....	53
6.7.3.3. Paneles solares .....	53
6.7.3.4. Regulador de carga.....	53
6.8. OPERACIONES BÁSICAS DE MANTENIMIENTO DE AYUDAS VISUALES FIJAS.....	53
6.8.1. Elementos de protección.....	53
6.8.2. Paneles solares .....	54
6.8.3. Regulador de carga.....	54
6.8.4. Cargador de baterías .....	54
6.8.5. Linterna y lámparas .....	55
6.8.6. Baterías.....	56
6.9. OPERACIONES BÁSICAS DE MANTENIMIENTO DE AYUDAS FLOTANTES.....	58
6.9.1. Boyas de acero.....	58
Mantenimiento en tierra.....	58
Mantenimiento in situ .....	58
6.9.2. Boyas de plástico .....	58
6.9.3. MANTENIMIENTO DE LOS TRENES DE FONDEO.....	59
Fondeos .....	59
Cadena.....	60
Cabo Sintético.....	60
Elementos de conexión .....	61



Pesos Muertos .....	61
6.9.4. PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UNA LINTERNA (PRÁCTICA).....	61
6.11. PROTOCOLO PARA LA RESOLUCIÓN DE AVERÍAS SENCILLAS (balizas).....	62
6.11.1. INSTALACIONES A RED.....	62
6.11.2. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS .....	63
7. AYUDAS ACÚSTICAS.....	64
7.1. TIPOS DE SEÑALES ACÚSTICAS: .....	64
Funcionamiento de las sirenas o vibradores .....	65
Detectores de niebla .....	65
8. AYUDAS RADIOELÉCTRICAS .....	65
8.1. AYUDAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE RADAR .....	66
Las ayudas asociadas al radar se basan en dispositivos que permiten la visualización de la ayuda en la pantalla del radar, los dispositivos más usados son los siguientes:.....	66
8.1.1. REFLECTOR PASIVO DE RADAR .....	67
- Lente de Luneberg .....	67
- De triedros y diedros .....	67
8.1.2. RTE (INTENSIFICADOR DE BLANCOS DE RADAR) .....	68
8.1.3. RACONES .....	69
8.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS.....	69
8.3. SISTEMA GLOBAL DIFERENCIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (DGPS) .....	70
8.4. SISTEMA AIS.....	71
9. SISTEMAS DE SUPERVISIÓN REMOTA.....	73
10. VTS .....	73
11. GESTIÓN DEL SERVICIO.....	74
11.1. DOCUMENTOS NAÚTICOS .....	74
11.1.1. Carta náutica.....	74
11.1.2. Libro de faros.....	75
11.1.3. Derroteros .....	76
11.2. COMUNICACIÓN DE INCIDENCIAS (Actualización de documentos).....	76
10.3. PRINCIPALES REGISTROS DEL SERVICIO AtoN .....	77
10.3.1. INSPECCION DE SEÑALES.....	77
10.3.2. INVENTARIO DE SEÑALES .....	77
10.3.3. LISTADO DE INCIDENCIAS.....	77
10.3.4. DISPONIBILIDAD .....	77
10.3.5. CATEGORIZACIÓN DE LAS AYUDAS A LA NAVEGACIÓN .....	78
ANEXO I - SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO DE LA IALA .....	79
ANEXO II Sistemas de referencia cartográfica, UTM, WGS 84, ED50, ETRS89 .....	97

# 1. INTRODUCCIÓN

Las autoridades nacionales de ayudas a la navegación se ocupan generalmente de establecer un régimen de navegación segura que facilite el comercio y el desarrollo económico. Los servicios están por tanto, dirigidos principalmente hacia las necesidades de los buques mercantes, sin perjuicio de que en otras aéreas se puedan proporcionar servicios adicionales para los ferrys, embarcaciones de recreo, pesca, u otro tipo.

La OMI (Organización Marítima Internacional) define la navegación como “el proceso de planificación, registro y control del movimiento de un buque de un lugar a otro. Los principales métodos de navegación marítima son:

- **Reconocimiento por Estima:** Navegación basada en el control de la velocidad, el tiempo transcurrido y la dirección seguida desde una posición conocida. El término se basa originalmente en que se hace una estimación aproximada de la posición teniendo en cuenta los elementos perturbadores como el viento y la corriente. La posición determinada por este método se le llama habitualmente una posición de estima.
- **Navegación Terrestre:** Navegación por medio de información obtenida por la observación visual o mediante radar de objetos conspicuos o marcas situadas en tierra.
- **Navegación Celeste o Astronómica:** Navegar usando información obtenida de cuerpos celestes; por ejemplo el sol, la luna, los planetas y las estrellas.
- **Radionavegación:** Navegación que utiliza señales de radio para determinar la posición o una línea de posición (ejemplo: LORAN C, GPS, etc.).

La utilidad de los dispositivos de ayuda a la navegación marítima, también conocidos como AtoN (*del inglés Aids to Navigation*) es, evitar las pérdidas por accidentes, tanto de buques y mercancías como de vidas humanas, así como para satisfacer los requerimientos de seguridad, nivel de servicio y exactitud en el posicionamiento para las diferentes fases de navegación.

Habitualmente la navegación se ha dividido en tres fases: navegación oceánica, navegación costera y navegación en aguas restringidas.

## Navegación oceánica

En esta fase el barco está normalmente por detrás de la plataforma continental (200 metros de profundidad) y a más de 50 m. n. de tierra; suficientemente lejos de masas de tierra y áreas de tráfico en que los peligros de bajos y de colisión son comparativamente pequeños.

La fijación de la posición se debe de hacer con total ausencia de referencias visuales directas, ya que no están al alcance, lo que se consigue por medio de señales radioeléctricas.

Los requisitos para la exactitud en la fase oceánica no son muy estrictos y se basan en dotar al barco de la capacidad de planear correctamente la aproximación a tierra o a aguas restringidas.



## Navegación costera

En esta fase el barco está habitualmente dentro de las 50 m. n. de la costa o del límite de la plataforma continental (200 metros de profundidad), en aguas contiguas a grandes masas de tierra o grupos de islas donde las rutas transoceánicas vienen a converger hacia las áreas de destino y donde existe tráfico interportuario en rutas que son esencialmente paralelas a las líneas de costa.

Se considera que existe la fase costera cuando la distancia desde la orilla permite navegar por medio de observaciones visuales, radar y, si es necesario, por sonar.

## Navegación en aguas restringidas o interior

Es la que se desarrolla en el interior de los puertos, rías, canales estrechos, inmediaciones de bocanas o estuarios con tráfico tanto de mercancías, como de pasajeros o recreo. Esta navegación necesita que se le oriente tanto de día como de noche y se le señalen los posibles obstáculos que en una u otra margen puedan encontrarse, en este caso las ayudas visuales adquieren una gran importancia.

Los requisitos de seguridad para la navegación en aguas restringidas hacen deseable que los sistemas de navegación nos doten de una verificación exacta de la posición casi continuamente; una información que detecte cualquier tendencia del navío a desviarse de su ruta primitiva y una indicación instantánea de la dirección en la que el barco debe ser gobernado para mantener el rumbo adecuado.

Estos requisitos pueden no ser siempre alcanzables mediante el uso exclusivo de ayudas visuales y del radar del barco pero, pueden lograrse con una combinación del DGPS y de los sistemas de cartas electrónicas, aunque no todas las embarcaciones que realizan este tipo de navegación disponen de este tipo de equipamiento.

## 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 apagaran 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 encontrarán 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.

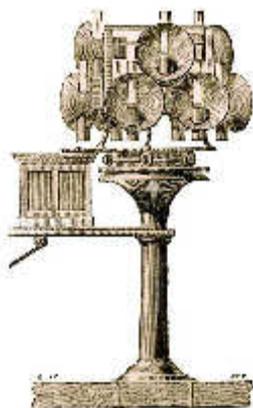
En la segunda mitad del siglo XIX el impulso a la construcción de faros fue definitivo por la posibilidad de usar nuevos materiales y nuevas fuentes de energía. En España se constituyó en 1842 la Comisión de Faros y en 1847 se aprobó el primer Plan de Alumbrado Marítimo de las costas españolas del que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

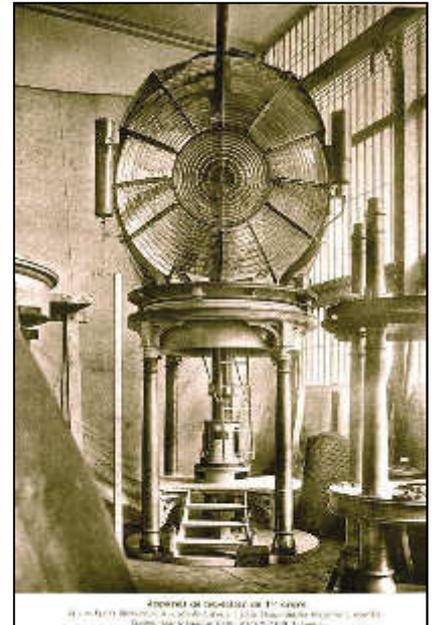
## 2.2. Sistemas ópticos

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, una porción de luz se desviaba hacia arriba, para servir también de guía a la navegación aérea, para ello se utilizaban 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, OIH

#### 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.

#### 3.3.2.1. Publicaciones de la IALA

La IALA es responsable ante sus miembros de la elaboración de de publicaciones que tiene como objetivo, el facilitar una aproximación uniforme a los sistemas de señalización marítima en todo el mundo. Los principales tipos de publicaciones son:

- Recomendaciones

Representan el nivel más alto de la documentación de la IALA y proporcionan a sus miembros directrices y procedimientos uniformes a aplicar en la planificación, trabajo o mantenimiento de las ayudas a la navegación. Las Recomendaciones de la IALA contienen información sobre cómo sus miembros deberían operar y gestionar las ayudas a la navegación y pueden constituir una referencia importante para las normas internacionales y las directrices de la IALA.

- Directrices

Estos documentos proporcionan información detallada y en profundidad sobre temas específicos, opciones indicadas, mejores prácticas y sugerencias de implementación. Están relacionadas con la planificación, funciones y gestión de las ayudas a la navegación.

Tanto las Recomendaciones como las directrices de la IALA están disponibles en formato PDF en la web de la IALA para que puedan ser descargadas por los interesados sin ningún coste. ([www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)).

- Manuales

Los Manuales de la IALA proporcionan a los miembros, no miembros e instituciones dedicadas a la formación una perspectiva general de un tema muy amplio, por ejemplo la NAVGUIDE o el Manual de VTS. A la vez que se introduce en el tema a una variada audiencia, se hace referencia a las Directrices y Recomendaciones de la IALA así como a otra documentación internacional relacionada con éste.

- Diccionario de la IALA

Proporciona un listado de palabras y frases usadas para explicar y describir la planificación, operación, gestión, equipamiento, sistemas y términos científicos relativos a las Ayudas a la Navegación (la última edición es de 1980).

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

Para el estudio de las de ayudas a la navegación en este manual las hemos dividido en tres tipos:

- Visuales, dotadas o no de luz, y descripción de sus equipos e instalaciones
- Acústicas, basadas en la emisión de sonidos
- Radioeléctricas, que emplean la emisión o recepción de ondas electromagnéticas

En lo que se refiere a las ayudas visuales o acústicas, el marino para percibir las

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 y la carta náutica 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. Este 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.

#### **5.2.1.1. 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.

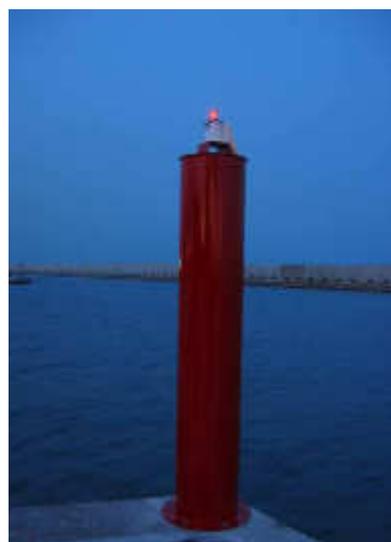
La señal diurna, transmite su mensaje durante el día, mientras que la señal luminosa, si se tiene, transmite el mismo mensaje pero durante la noche.

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 reflector de radar, si el buque tiene radar o 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.

### 5.3. 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. 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).

En la recomendación E-108 de la IALA se trata el tema de los colores y su utilización en las ayudas a la navegación marítima. Esta recomendación designa los colores ordinarios (blanco, negro, verde, rojo, azul y amarillo) que se deben usar, así como los colores fluorescentes (naranja, verde, rojo y amarillo). Cada color queda identificado a través de sus coordenadas cromáticas (x, y, z) en el diagrama cromático de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación). Este diagrama presenta las zonas cromáticas recomendadas para su uso en las ayudas a la navegación marítima.

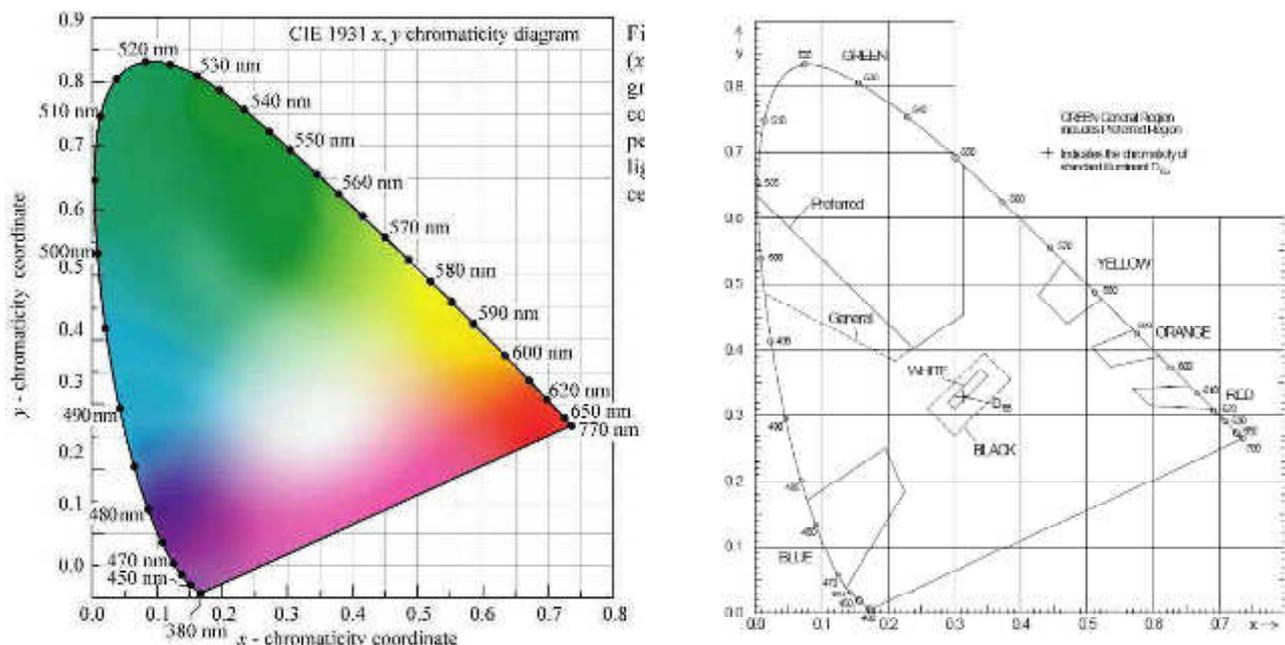


Diagrama cromático de la CIE y zonas cromáticas permitidas para colores ordinarios

## FORMA

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

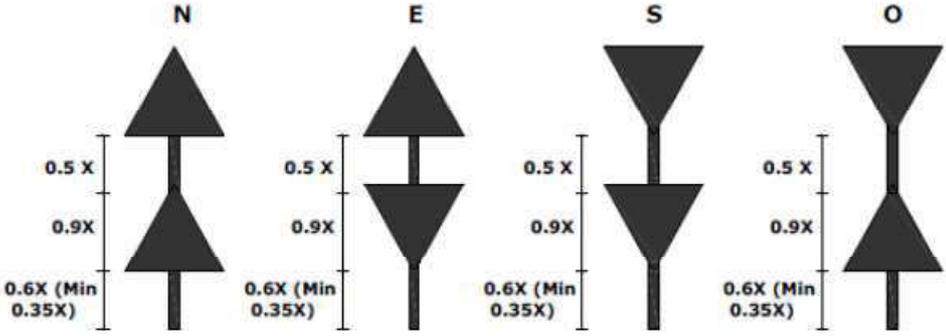
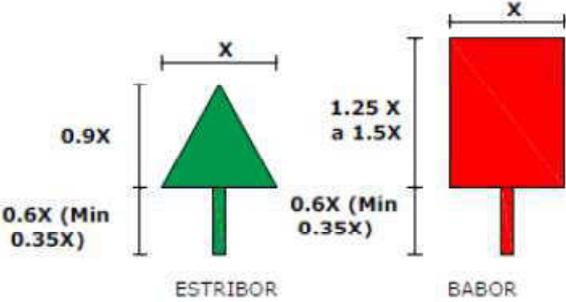
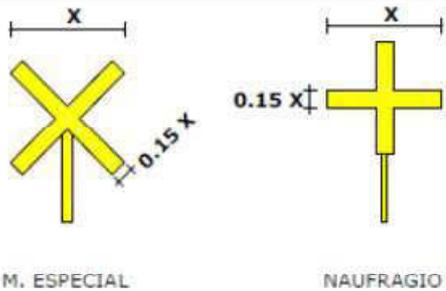
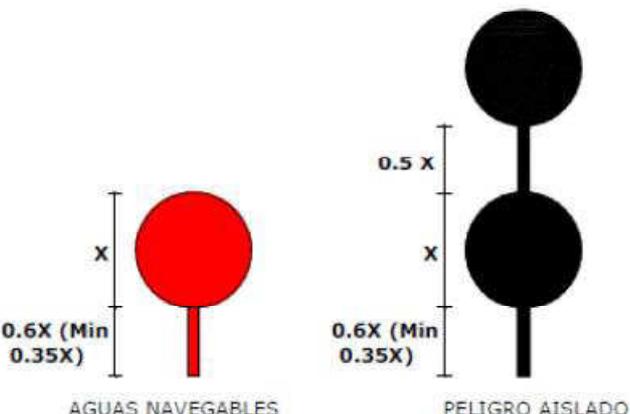
- Tienen mayor alcance geográfico
- Ofrecen mayor contraste sobre objetos a nivel del terreno.
- Se distinguen mejor a contra-luz.

## MARCA DE TOPE

La marca de tope, es una forma geométrica característica, que se coloca en la parte superior de una baliza en ciertas situaciones, 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 y, además deben tener unas dimensiones adecuadas.

MARCAS CARDUJINALES	
MARCAS ESPECIALES	
MARCAS ESPECIALES Y NAUFRAGIO	
AGUAS NAVEGABLES Y PELIGRO AISLADO	

Tipos de marcas de tope y las proporciones que deben cumplir

### 5.3.1. DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO. DIMENSIONES

Se define la distancia de reconocimiento como la distancia a la que una señal diurna es avistada por el navegante, ésta dependerá básicamente de sus dimensiones y 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.

Cada tipo de embarcación requerirá un margen de maniobra distinto, por tanto, la marca diurna deberá diseñarse para que tenga una distancia de reconocimiento según los tipos de buques, a los que normalmente dicha señal presta servicio.

### 5.4. CARACTERÍSTICAS QUE DEFINEN UNA AYUDA VISUAL NOCTURNA

#### APARIENCIA DE UNA SEÑAL

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

#### 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.

#### 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** tramo 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 o grupo de 3 destellos rojos, y su **característica** sería  $0.5+\underline{1}+0.5+\underline{1}+0.5+\underline{3.5}=7$

## RITMO

Como se decía antes, una luz rítmica es una luz que se muestra 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.) En el cuadro de abajo se ven los tipos de ritmos usados en las ayudas a la navegación.

Principales tipos de ritmos:

	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.

Existen múltiples combinaciones de fases de luz y oscuridad, de ahí nacen diversas denominaciones como luz isofase, luz de grupos de destellos, etc. todas ellas ajustadas a la nomenclatura, definiciones y observaciones establecidas por la IALA. Las señales marítimas próximas entre sí deben de tener apariencias totalmente diferentes para evitar posibles confusiones durante la noche.

#### 5.4.1. ALCANCE DE UNA SEÑAL

##### 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.

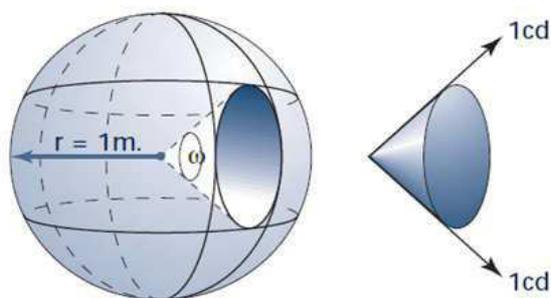
La intensidad luminosa es el flujo luminoso en una determinada dirección, cuya unidad de medida es la candela (cd); por lo general este dato aparece en los catálogos de los fabricantes de linternas y es el que nos servirá para saber el alcance real de una señal.

##### Intensidad luminosa (conceptos)

El flujo luminoso, es la cantidad de luz que emite o radia una fuente luminosa en todas las direcciones en un segundo, dicho de otro modo, se llama flujo luminoso a la potencia (W) total emitida en forma de radiación luminosa, visible para el ojo humano, por una fuente luminosa, su unidad es el Lumen (lm.) y se representa por  $\Phi$ . Un Watio de luz a 555 nm.(nanometros) de longitud de onda, equivale a 680 lúmenes.

Si el flujo es la cantidad de luz total que emite una fuente en todas las direcciones la intensidad luminosa será el flujo emitido por una fuente luminosa por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta, su unidad es la candela (cd).

Un ángulo sólido es el ángulo que, visto desde el centro de una esfera, incluye un área determinada en su superficie, su unidad es el estereorradián ( $\omega = S/r^2$ ).



$$\omega \text{ (total)} = 4\pi \text{ estereorradianes}$$

En una señal marítima solo nos interesa la luz que se dirige al observador, mejor dicho, la que le llega a éste, por este motivo, en las luces, se instalan elementos ópticos para concentrar la luz en la dirección en que se encontrará el observador. Viendo las definiciones anteriores, parece lógico deducir que la intensidad luminosa,



es el parámetro que nos dará una idea de la luz que sale en la dirección deseada y, por tanto, la que llegara al observador (navegante).

La intensidad luminosa que es capaz de dar una linterna es, junto con otras variables, como pueden ser la visibilidad habitual de la zona o los factores de reducción por filtros u otros elementos, el parámetro que se utiliza para calcular el alcance real, en millas náuticas, que nos dará una señal marítima luminosa y se mide en **Candelas (cd)**.

Cuando efectuamos los cálculos<sup>1</sup> para obtener el alcance que queremos, como resultado, obtendremos el valor de intensidad luminosa necesario en candelas, este es el dato que hay que pedirle al fabricante cuando se compra una linterna.

#### 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 el que aparece en los libros náuticos.

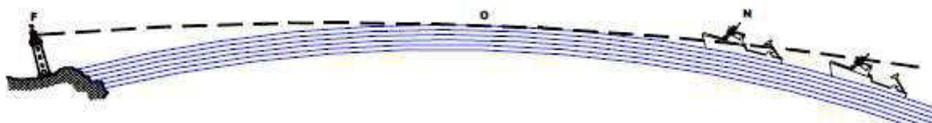
ALCANCES NOMINALES NOCTURNOS en MN. para T = 0,74							
MN	cd	MN	cd	MN	cd	MN	cd
1,0	0,9	3,0	15,3	10,0	1390	17,0	33200
1,1	1,2	4,0	37	11,0	2280	18,0	50300
1,2	1,4	5,0	77	12,0	3670	19,0	75700
1,3	1,7	6,0	151	13,0	5820	20,0	113000
1,4	2,1	7,0	277	14,0	9120	22,0	250000
1,5	2,4	8,0	489	15,0	14100	24,0	544000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

Tabla de alcances nominales

#### ALCANCE GEOGRÁFICO. ALTURA DE LA SEÑAL

El alcance luminoso, en teoría, podría ser todo lo grande que quisiéramos, 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

<sup>1</sup> Saber calcular la intensidad luminosa necesaria para un alcance dado, no es objetivo de este manual, se estudiará en otro nivel



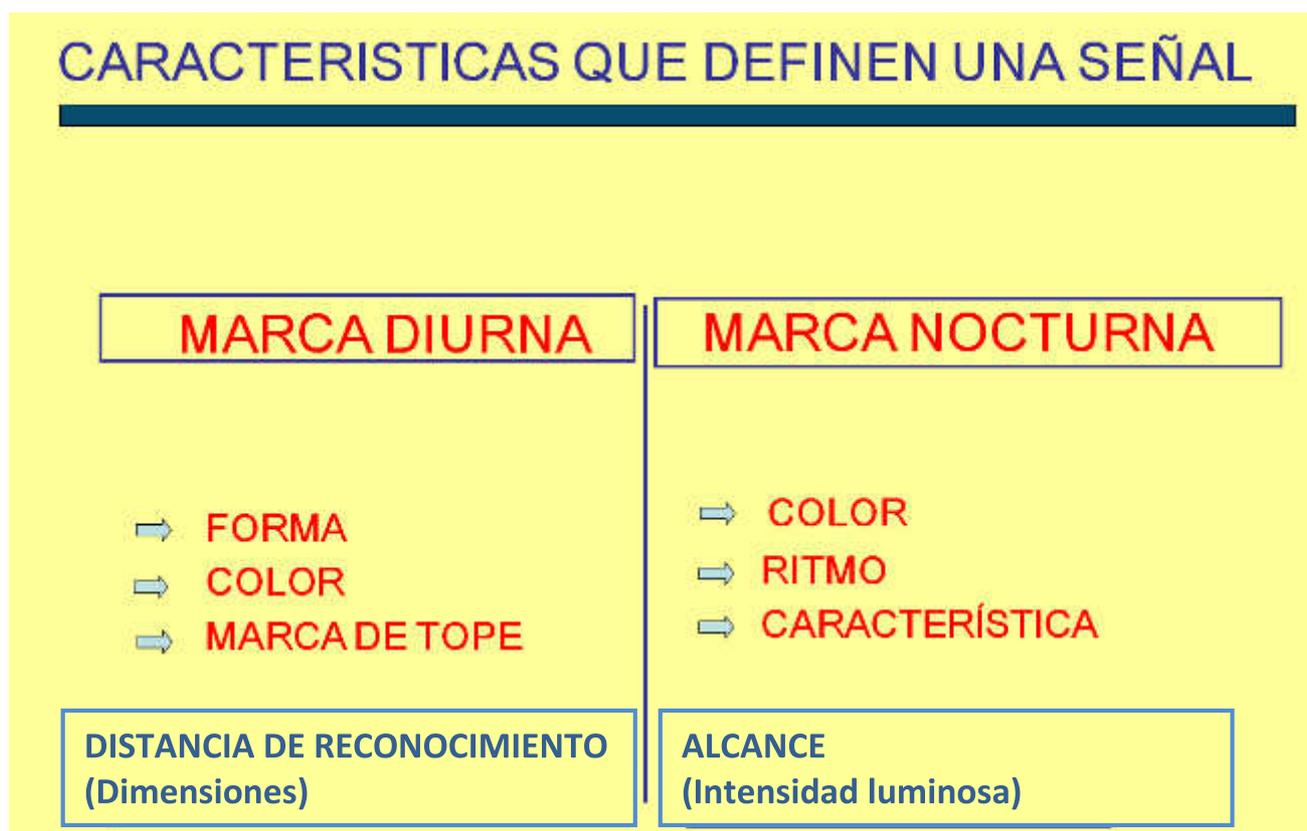
Tabla de Alcance Geográfico.

<b>Alcance Geográfico en Millas Náuticas</b>											
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

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.



Cuadro resumen



## 6. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES DE AYUDAS VISUALES

### 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



Baliza

Finalidad de faros y balizas:

Un faro o una baliza deben llevar a cabo una o más de las siguientes funciones relacionadas con la navegación:

- marcar la posición de un punto destacado;
- marcar una obstrucción o un peligro;
- indicar los límites laterales de un canal o una vía navegable;
- indicar el punto de un cambio de rumbo o un cruce en una vía navegable;
- marcar la entrada de un Dispositivo de Separación de Tráfico.
- formar parte de una línea de enfilación.
- marcar un área.
- proporcionar una referencia a los navegantes para tomar una demora o línea de posición.

### 6.1. FAROS

Un **faro** es una gran estructura llamativa (marca visual diurna) 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, que actúa como marca diurna, y da soporte generalmente a una luz potente de señalización marítima de gran alcance (mayor o igual de 10 millas náuticas).

Los faros se ubican en los lugares donde transcurren las rutas de navegación de los barcos, en sus instalaciones, además de su luz, pueden ubicarse otras ayudas como radiofaros, estaciones de GPS diferencial, Racones, etc..

### 6.1.1.TIPOS:

Los principales tipos de faros son los 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 cortes 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 15 millas.

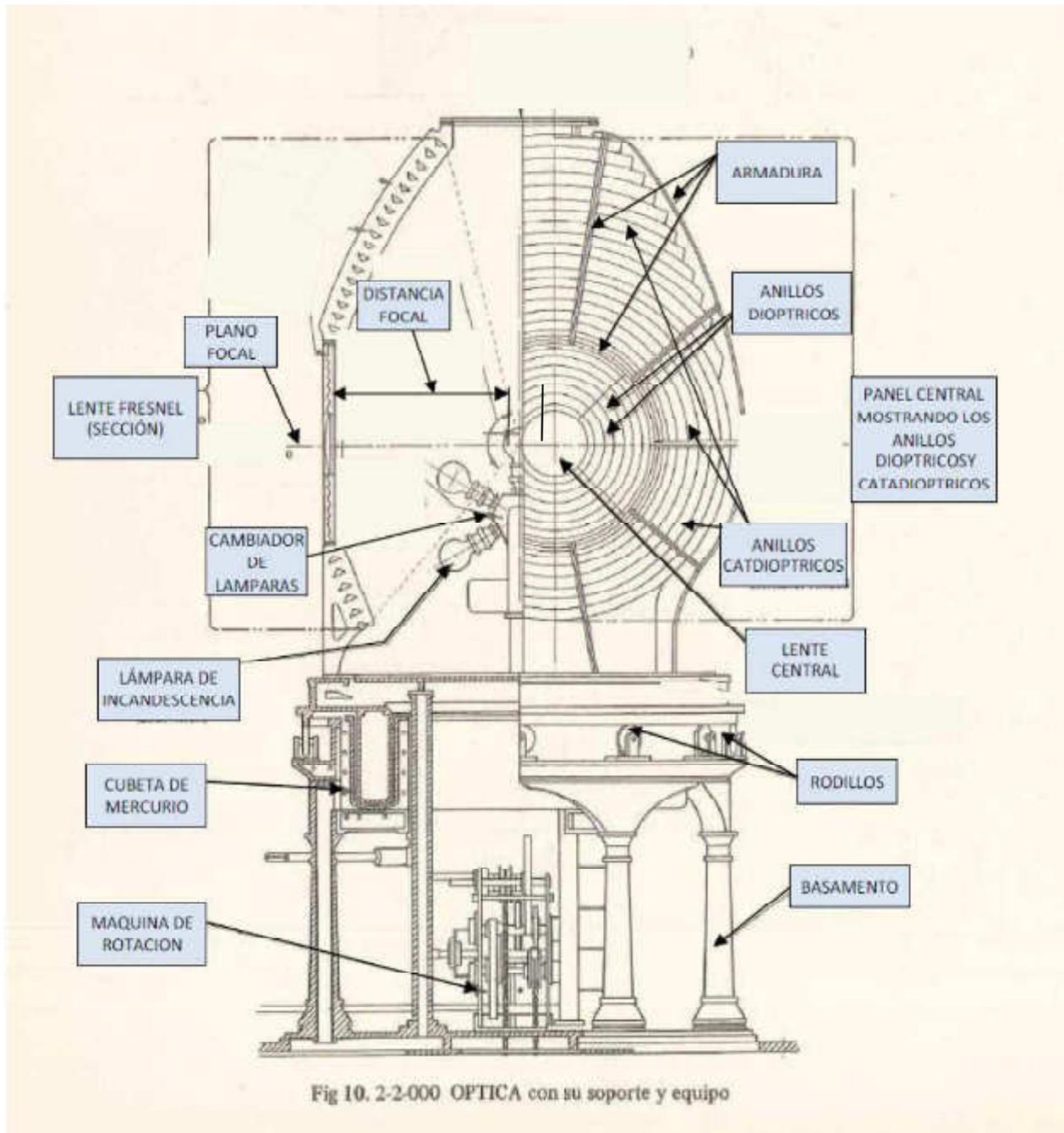
### 6.1.2. FAROS GIRATORIOS

#### Funcionamiento y componentes de una instalación básica

La instalación de un sistema giratorio tradicional de un faro se compone de una fuente luminosa, una óptica formada por paneles ópticos y un sistema de giro. El sistema, está formado por un basamento o elemento que sustenta el sistema óptico-luminoso y facilita su giro; lleva una plataforma sobre la que van montados

los paneles ópticos, que a su vez, gira sobre unos cojinetes o flota sobre una cuba llena de mercurio (este sistema ya está en desuso por la toxicidad del mercurio).

En lo que se refiere al sistema de alimentación, un sistema giratorio típico, puede estar constituido por alimentación principal de red y alimentación de reserva por grupo electrógeno; los que utilizan alimentación de reserva por baterías son menos habituales, debido al elevado consumo de sus equipos. La alimentación por energía fotovoltaica queda reservada para los faros que se encuentran en lugares remotos, donde no existe corriente de red.



El giro lo produce un sistema de rotación que ataca a una corona dentada unida a la base del soporte del sistema óptico. Antiguamente el giro se producía mediante

un contrapeso que descendía lentamente, por gravedad, por la torre del faro y accionaba el sistema de rotación del faro, que era un sistema similar a la maquinaria de un reloj mecánico, en el que el contrapeso hacía las funciones de la cuerda del reloj; el contrapeso se subía manualmente, o más recientemente con un motor eléctrico. Posteriormente, se eliminó el contrapeso y la maquinaria de relojería para colocar un motor eléctrico que es el que ataca a la corona dentada, en los sistemas más modernos se utilizan motores con muy bajo consumo y dispositivos electrónicos para controlar la velocidad de giro.

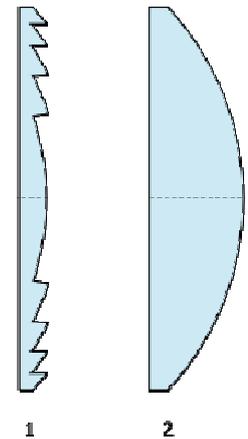
### 6.1.2.1. ELEMENTOS DE UN FARO GIRATORIO

#### 6.1.2.1.1. Óptica

Es el elemento que sirve para concentrar la luz producida por el foco luminoso (Lámpara o Leds) en un determinado ángulo y así aumentar el rendimiento. El tipo de sistema utilizado habitualmente, para este propósito es el de la **Lente de Fresnel**, llamada así por su inventor Agustín Fresnel, este sistema consiste en un conjunto de lentes escalonadas, compuestas por una lente central rodeada de una serie de anillos prismáticos concéntricos de poco espesor, que concentran e intensifican el haz de luz.

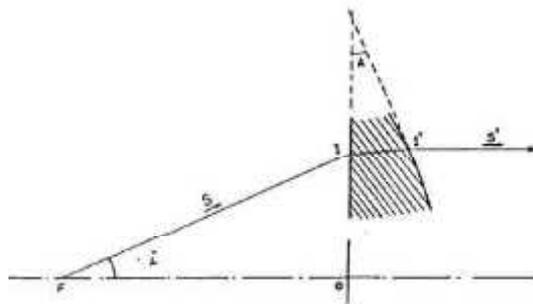
La gran aportación de este diseño es que permite la construcción de lentes de gran apertura y una corta distancia focal, sin el peso y volumen de material que debería usarse en una lente de diseño convencional.

En la figura se aprecia la diferencia de volumen, y por tanto de peso, que tiene una lente con perfil Fresnel (nº 1) frente al que tendría una lente convencional (la Nº 2) para conseguir los mismos efectos ópticos.



Una lente Fresnel convencional está compuesta por un conjunto de los siguientes elementos ópticos, o una combinación de ambos:

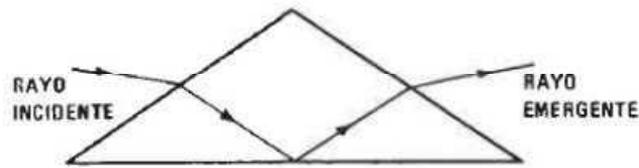
- Anillos dióptricos son anillos de sección triangular que producen refracción en los rayos luminosos de una fuente puntual, haciendo que éstos salgan paralelos al eje.



- Anillos catadióptricos son anillos de sección triángulo-curvos en los que se producen reflexión y refracción de los rayos luminosos, están colocados en

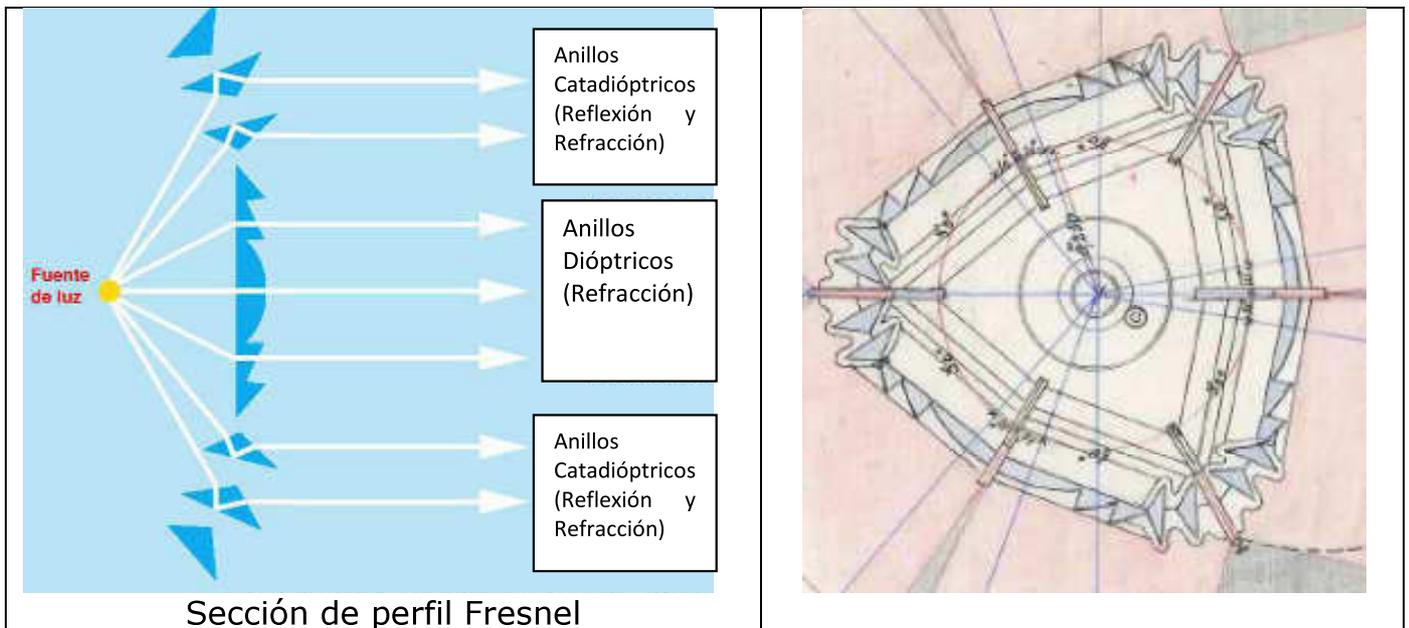


una posición tal, que hace que los rayos luminosos salgan paralelos al eje óptico de la lente.



En las ópticas giratorias clásicas, estos elementos se agrupan formando paneles ópticos como si fuesen varias "lupas" que giran alrededor de la fuente luminosa. Estas ópticas concentran los rayos de la fuente de luz, dando lugar a una serie de haces direccionales, uno por cada panel óptico. La característica luminosa obtenida dependerá de la velocidad de giro, el número de paneles y su posición.

La intensidad en el eje de cada haz, es mayor que la que se consigue con una óptica de horizonte de dimensiones parecidas



#### 6.1.2.1.2. 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 a la electrificación de las señales.

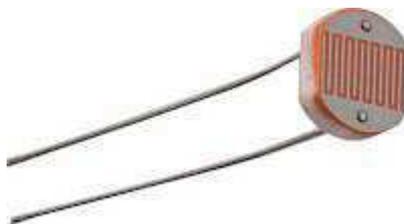
Aunque el primer faro que se electrificó en España fue Cabo Villano en 1886, debido a que muchas de las ayudas a la navegación se encuentran en lugares remotos, lo que hacía muy difícil su electrificación, incluso imposible, como en el caso de las ayudas flotantes, muchos faros y balizas mantuvieron en uso sistemas de iluminación de petróleo o gas hasta época relativamente reciente, cuando estos equipos se sustituyeron por sistemas fotovoltaicos. Los últimos faros de vapor de petróleo funcionaron hasta finales de los años 80 y los de gas hasta mediados de 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 con gas inerte y halógenas, a las que se les añade una pequeña cantidad de halógeno, 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 esta tecnología avanza rápidamente.

#### 6.1.2.1.3. Focélula

Una fotocélula es un elemento electrónico que actúa conectando o desconectando un dispositivo dependiendo la luz que incide sobre él. Éste componente suele ser una LDR (Light Dependent Resistor) o un fototransistor conectado a un circuito, que generalmente está integrado dentro del destellador, es el que produce el encendido y apagado de la señal.



#### 6.1.2.1.4. Cambiador de lámparas

Es un mecanismo formado generalmente por 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, también se usan, aunque en menor medida, los de tipo horizontal o los rotativos (que se verán en el apartado de las balizas).



Cambiador en V



Cambiador horizontal

#### 6.1.2.1.5. 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 una 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 y circuitos electrónicos para controlar la velocidad del giro.



Sistema de relojería

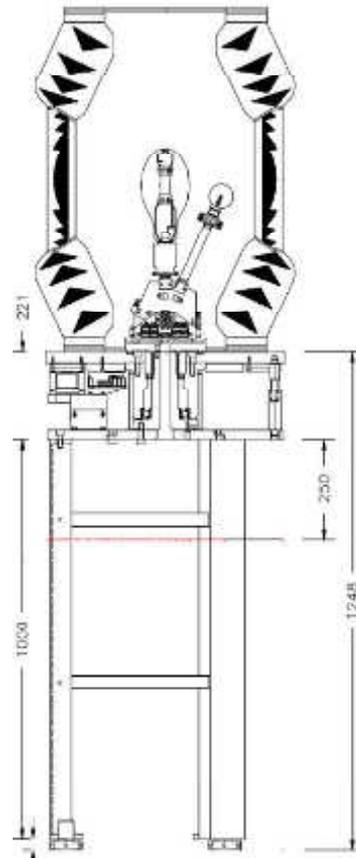


Sistema con motor eléctrico

### 6.1.3. FAROS DE HORIZONTE

Un sistema de horizonte típico, puede estar constituido un destellador para producir la característica de la luz; cambiador de lámpara, igual que en el giratorio; un basamento (en este caso, menos robusto, por el menor peso de la óptica y sin elementos para producir el giro) y la linterna visitable que protege el sistema óptico-luminoso.

Por lo que se refiere a la alimentación, está compuesta por un sistema de alimentación principal y de reserva, que tienen las mismas características que en el giratorio.



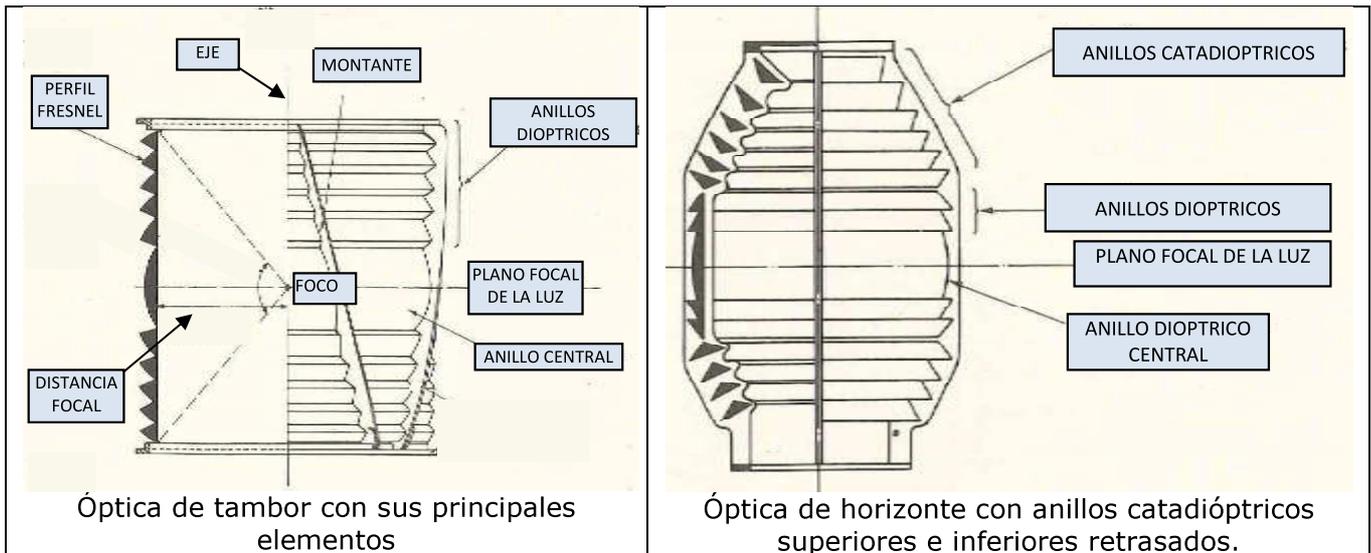
Faro de horizonte

#### 6.1.3.1. ELEMENTOS DE UN FARO DE HORIZONTE

##### 6.1.3.1.1. Óptica

Están formadas por un anillo central de sección lenticular y una serie de anillos de sección prismática por encima y por debajo de él (dioptrios), también puede tener anillos catadióptricos superiores, inferiores o ambos; a su vez, estos anillos catadióptricos pueden estar retasados o en el mismo plano. El eje de revolución de los anillos coinciden en el eje vertical.

Cuando una óptica de horizonte está formada solamente por anillos dióptricos montados en el mismo plano, se la llama óptica de tambor



#### 6.1.3.1.2. Fuente de luz (tipos)

Las lámparas o fuentes de luz, que se usan en los faros de horizonte son las mismas que en los giratorios, excepto las lámparas de descarga. En los faros de horizonte, como se comentaba anteriormente, la característica se produce por el encendido y apagado de la lámpara, esta forma de trabajo nos impide utilizar lámparas de descarga ya que estas solo pueden funcionar en modo fijo o continuo, lo que imposibilita crear las características habituales de los faros.

#### 6.1.3.1.3. Fococélula

Igual que en los giratorios

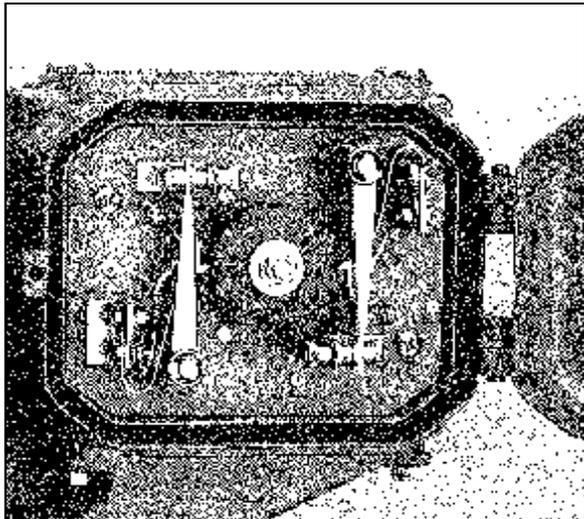
#### 6.1.3.1.4. Cambiador de lámparas

Igual que en los giratorios

#### 6.1.3.1.5. 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 siguiendo un código previamente establecido. 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.

En los faros, a diferencia de las balizas o luces de menor alcance, las corrientes que maneja este elemento son elevadas y debido a esto, se hace necesario que el equipo sea mayor y sus componentes sean más robustos que en 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 elementos que ponen en marcha el faro cuando oscurece.

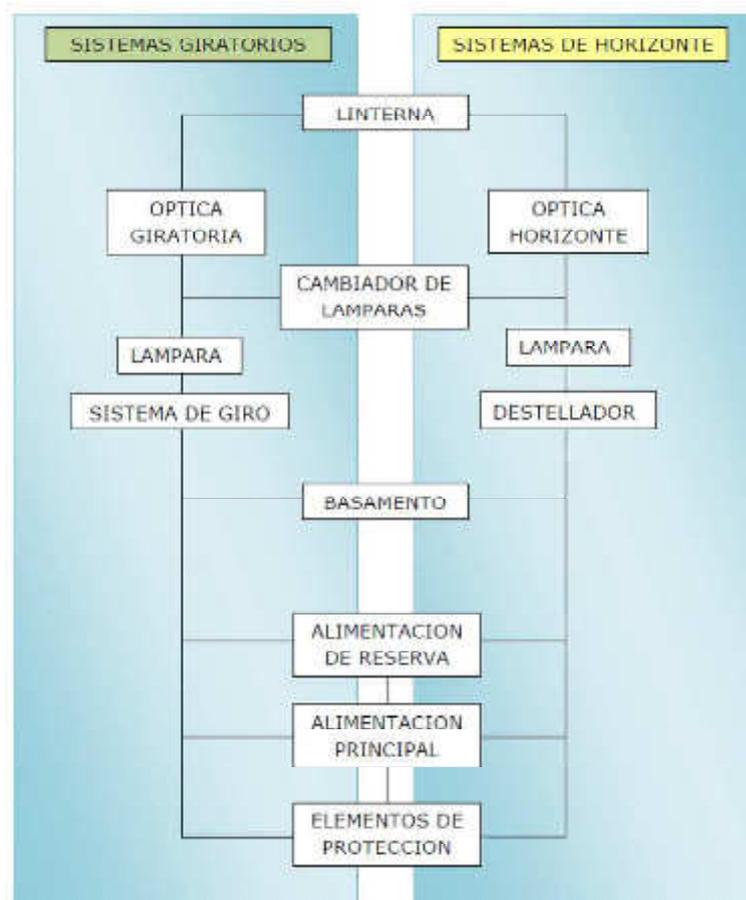


Antiguo destellador doble de levas



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 un disco de baquelita unido al eje de un motor que le hacía girar, en este disco se tallaban unas muescas que al girar, 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.



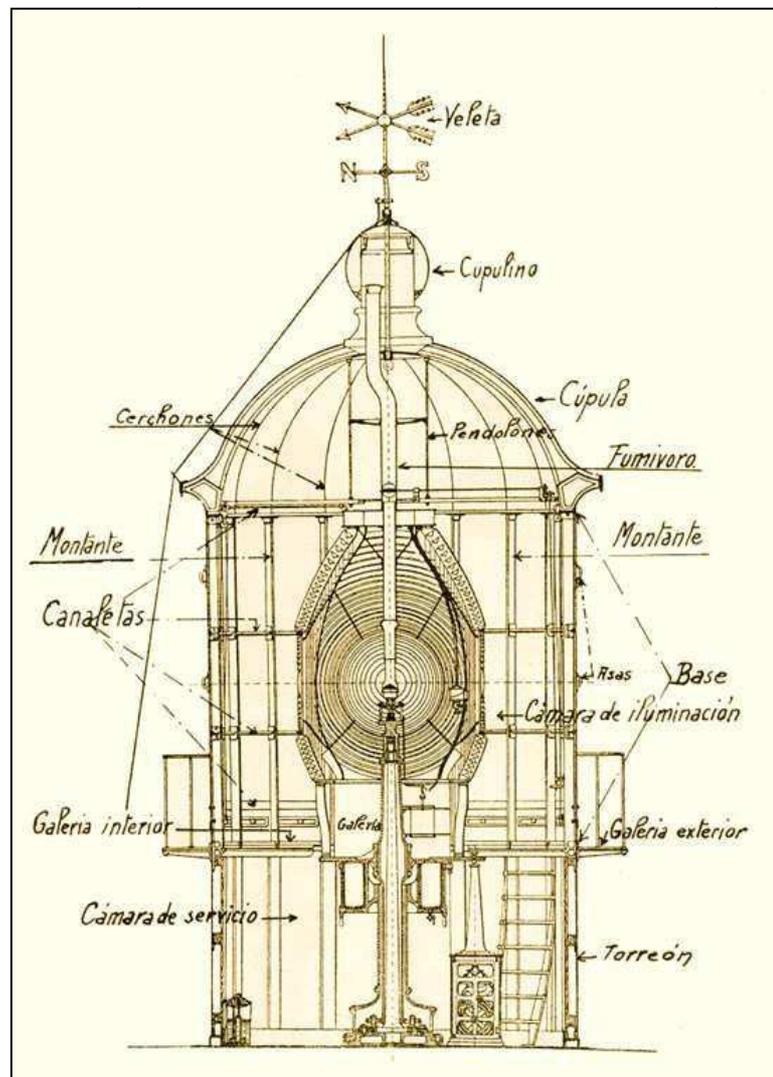
Cuadro resumen

#### 6.1.4. LINTERNAS

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 estas linternas se las denomina "**visitables**".

##### Linternas visitables

Las linternas más antiguas eran poligonales y con montantes verticales, estas linternas tenían el problema de que los cristales planos producen reflexiones no deseadas que originan destellos parásitos y, los montantes verticales producen zonas de sombra falseando la característica, este problema se resuelve montando linternas cilíndricas y con montantes helicoidales.



Grabado antiguo mostrando los elementos de una linterna

Elementos principales de una linterna visitable:

La cúpula suele ser de cobre y adopta forma esférica o cónica, en algunas linternas la cúpula es de cristal para dar servicio a la navegación aérea (este tipo de servicio ya está en desuso).

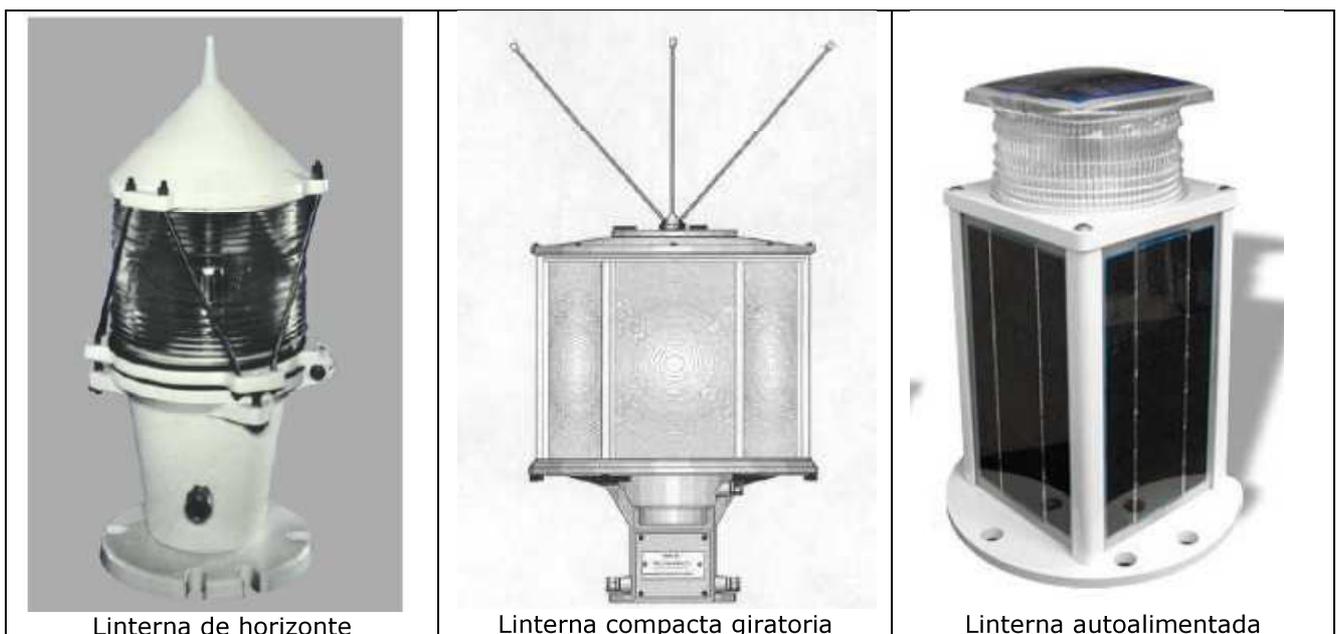
Cupulino es la parte superior de la cúpula donde se aloja un sistema de ventilación que actúa en combinación con unas aberturas en el zócalo.

Zócalo es la parte situada por debajo de los cristales y sobre la que se apoyan los montantes, puede ser de fabrica o metálico.

Montantes son los elementos que sustentan los cristales, suelen ser de hierro colado, latón o bronce.

### Linternas no visitables

Son las que forman un conjunto compacto con la carcasa y el elemento transparente que cubre la óptica, en algunos casos es la propia óptica la que hace de carcasa. Dentro de la linterna se alojan todos los elementos electromecánicos y óptico-luminosos de la señal.



## 6.2. BALIZAS

Se considera usualmente como **baliza** una pequeña marca visual fija, ya sea en tierra o en el mar, que tiene menor alcance que un faro. La 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.

Los equipos de una baliza son prácticamente los mismos que puede tener un faro, en lo que se refiere a la ayuda luminosa, pero todo más simple y a menor escala.

El 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.

#### 6.2.1. TIPOS DE LINTERNAS UTILIZADAS EN BALIZAS:

##### 6.2.1.1. 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, la lámpara suele ser halógena ya que las de este tipo tienen mayor rendimiento que las de incandescencia normales. La forma tradicional de crear una luz de un determinado color es, intercalar un filtro de color entre la óptica y la lámpara. En la actualidad, este tipo de linternas suelen montar una óptica acrílica transparente cuando la luz es blanca, o de color, cuando ésta tiene que tener un color determinado, de esta manera, la óptica también hace de filtro y crea el color de la luz. También lleva un sistema que hace que cuando la lámpara que está en uso (principal) se funde, se pone en su sitio otra de reserva.

El consumo de estas linternas, es alto si se compara con el de otros tipos de linternas con mayor rendimiento, lo que es una desventaja a la hora de alimentarlas con energía fotovoltaica, esto, unido al avance de las luces con tecnología LED (de menor consumo), ha provocado que cada vez se instalen menos linternas de este tipo.

##### 6.2.1.2. 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. Su fuente de luz suele ser una lámpara de halogenuros metálicos, con las que se obtienen grandes rendimientos, en la actualidad existen equipos que montan LEDs como fuente de luz, estos equipos suelen tener menor rendimiento que los de halogenuros, pero su eficacia va aumentando rápidamente.

##### 6.2.1.3. LINTERNAS COMPACTAS

Se trata de un equipo en el que está integrada la linterna y el sistema de alimentación 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.

##### 6.2.1.4. LINTERNAS LED

En estas balizas la fuente de luz la produce uno o varios diodos LED, de un determinado color, por lo que la óptica no necesita estar coloreada. La principal ventaja de este tipo de baliza es su bajo consumo.



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 (que se verá más adelante).
- Menor consumo para misma intensidad luminosa, esto abarata el dimensionamiento de los sistemas de alimentación, sobre todo en instalaciones solares.
- Larga vida útil, 50.000 horas frente a las 3.000 de una lámpara halógena. por lo que no necesitan cambiador de lámparas.
- Menor mantenimiento.

## 6.2.2. ELEMENTOS DE UNA BALIZA

### 6.2.2.1. 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.

### 6.2.2.2. Óptica

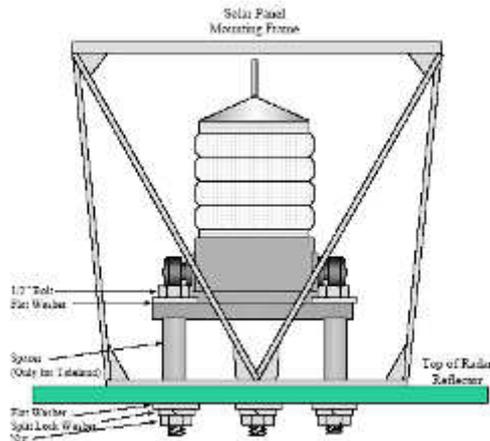
Como en los faros, es el elemento que sirve para concentrar la luz producida por el foco luminoso (Lámpara o Leds) en un determinado ángulo y/o dirección y para aumentar el rendimiento de la fuente luminosa.

Está compuesta por un conjunto de elementos Dióptricos y Catadióptricos, que concentran el haz luminoso en un determinado ángulo.

En las linternas modernas empleadas en balizas, las ópticas generalmente son de horizonte y fabricadas en materiales plásticos, además, en algunos casos, hacen las funciones de filtro, ya que llevan incorporado en el material plástico el color que debe tener la luz. La mayoría de estas linternas no exceden de los 300 mm. de Ø.

#### Consideraciones sobre las ópticas de las linternas

Cuando haya que colocar algún elemento por encima de la linterna, por ejemplo una protección en el caso de las boyas, o una marca de tope, los soportes de estos elementos, no deben ser verticales para evitar que se produzca un sector de oscuridad en la zona de uso de la señal luminosa. Estas protecciones deberán tomar una forma inclinada o helicoidal, según se muestra en la figura, así, la zona de sombra vista por el observador será de solo un punto, no de todo un sector.



### Filtros de colores.

En las linternas de lámparas incandescentes más antiguas, para obtener el color de la luz se colocaba entre la lámpara y la óptica un filtro del color que se quería obtener. En las linternas más modernas la óptica ya es del color que se necesita, como hemos dicho anteriormente.

Todos estos filtros, independientemente del sistema que se utilice, producen una reducción de la intensidad luminosa, con respecto a la que tendría si la óptica fuese blanca, llamado coeficiente de reducción por filtro, que suele tener el siguiente valor aproximado:

- Verdes ----- intensidad en candelas \* 0,3
- Rojas ----- intensidad en candelas \* 0,3
- Ámbar ----- intensidad en candelas \* 0,65
- Blanca ----- sin reducción

Esto quiere decir que si una linterna da una intensidad de 100 cd, en color blanco, si se le coloca una óptica roja, nos daría 30 cd.

En las linternas de Leds este coeficiente de reducción no existe, el color lo proporciona el propio led y, la óptica es blanca.

### 6.2.3.3. Fuentes de luz (tipos)

Las fuentes de luz usadas en las balizas en los últimos años, han sufrido una evolución importante, hasta los años 90 era habitual encontrar sistemas de gas acetileno, especialmente en boyas, o como reserva en faros eléctricos, rápidamente se paso de las lámparas de incandescencia a las linternas de LED y hoy en día es difícil ver nuevas balizas en las que el equipo instalado no sea de LED

#### 6.2.3.3.1. Lámparas

Las lámparas que se usan normalmente en linternas son de filamento de tungsteno sobre todo halógenas, las de Xenón también se utilizan en algunos equipos aunque son menos frecuentes.

Las que se usan normalmente en linternas son de dos tipos:

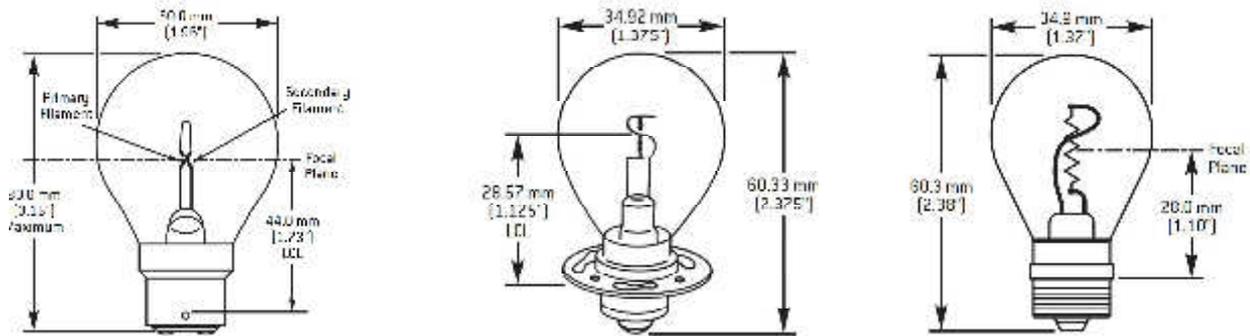


### Lámparas de filamento de tungsteno

Son las lámparas normales, en su interior se ha hecho el vacío o introducido un gas inerte para evitar que el filamento se volatilice. En balizas las encontraremos con tensiones entre 6 y 12 voltios, y potencias de 5 a 100 Watios.

Los casquillos más corrientes son:

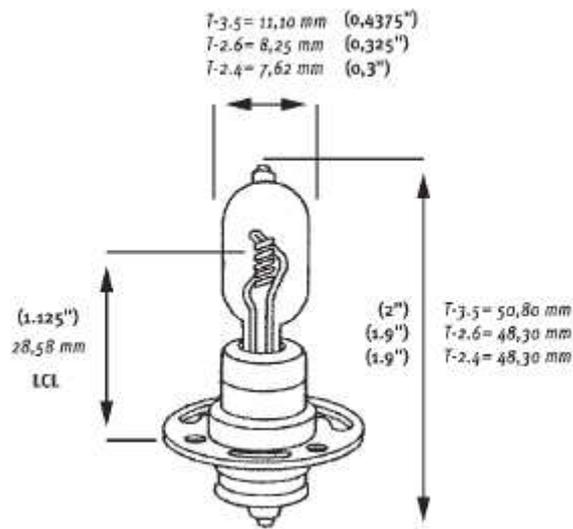
- B- 22 de doble filamento (cuando se funde uno entra en servicio el filamento de reserva)
- P-30s de filamento único, en cambiadores de 4 y 6 lámparas.
- Bayoneta de 3 pernos



Lámparas incandescentes usadas en señales marítimas

### Lámparas Halógenas

Tienen mayor eficiencia que las anteriores y mayor vida útil. La ampolla o bulbo suele estar fabricada con cristal de cuarzo, y en su interior se introduce un gas halógeno (criptón o xenón). Las más normales en balizas son de casquillo P-30s.



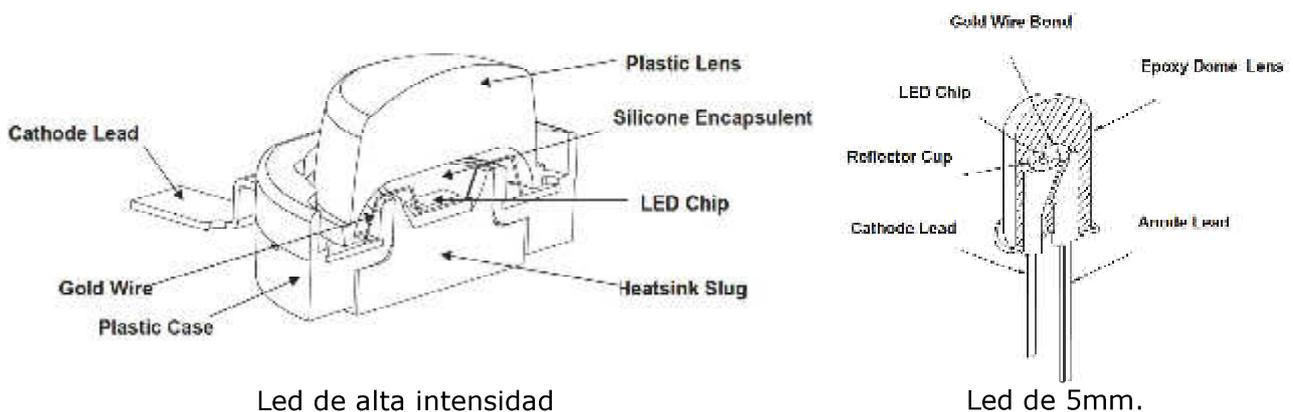
En la manipulación de las lámparas halógenas hay que tomar precauciones, ya que si se toca el vidrio con los dedos, las huellas crearán una película que reducirá considerablemente la vida de estas. En caso de tocarlas habría que limpiarlas con alcohol.



#### 6.2.3.3.2. 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. Los LEDs pueden agruparse para proporcionar una fuente de luz del tamaño e intensidad requeridas. Los LEDs de alta potencia permiten construir balizas de corto alcance usando un LED único.

Los LEDs funcionan con corriente continua de bajo voltaje. Su funcionamiento correcto depende de la precisión con que se controle la corriente aplicada.



Led de alta intensidad

Led de 5mm.

#### 6.2.3.4. Fotocélula

Al igual que en los faros, es un componente electrónico que varía su resistencia dependiendo 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.

#### 6.2.3.5. Cambiador de lámparas

Los más habituales consisten en un mecanismo formado, generalmente, por una noria en la que van colocadas 4 ó 6 lámparas de manera que si se produce un fallo en la lámpara principal, el dispositivo gira y pone en servicio la siguiente lámpara, este mecanismo puede ser accionado por un resorte o un motor.

Un caso singular es el de las lámparas de doble filamento, para este tipo de lámparas, el propio destellador lleva integrado un circuito electrónico que cuando detecta la fusión de uno de los filamentos de la lámpara, desvía la corriente al segundo filamento.

En la linternas que utilizan diodos LED, el cambiador de lámparas no es necesario esto es debido, a que la larga vida útil de este dispositivo (más de 50.000 horas), hace innecesario la instalación de un sistema auxiliar para la fuente luminosa.



### 6.2.3.6. Destellador

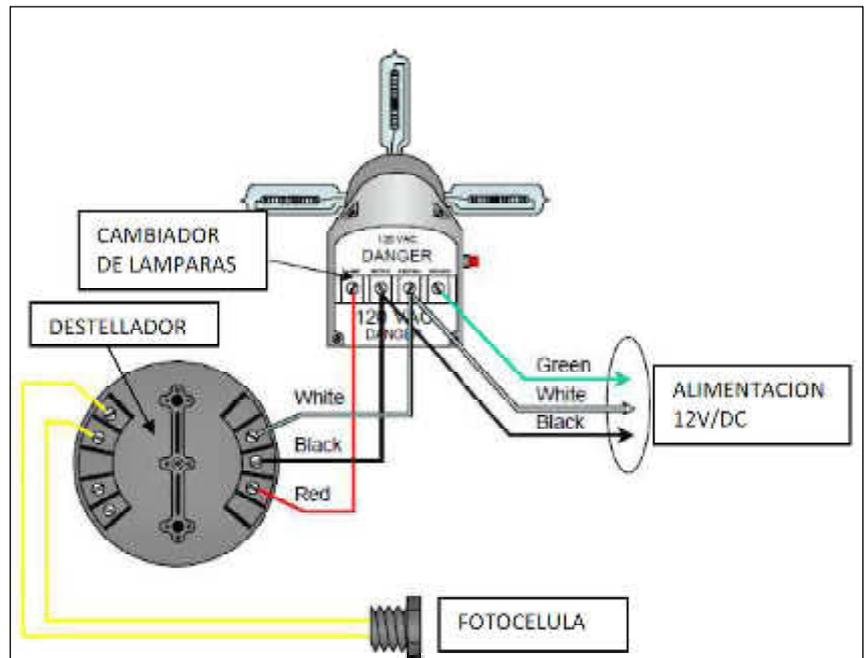
Es un dispositivo electrónico que genera los ritmos de encendido y apagado de la lámpara, esto lo hace por medio de un código pre-programado.

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

- Genera la característica de la luz, esto lo hace por medio de un código pregrabado que se selecciona con micro-interruptores o con una memoria donde va grabado el código. En las linternas más modernas la característica de la luz se puede grabar con un PC.
- 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.



Cambiador de 6 lámparas



Esquema de montaje del equipo de una linterna de lámparas halógenas

## 6.3. ENFILACIONES

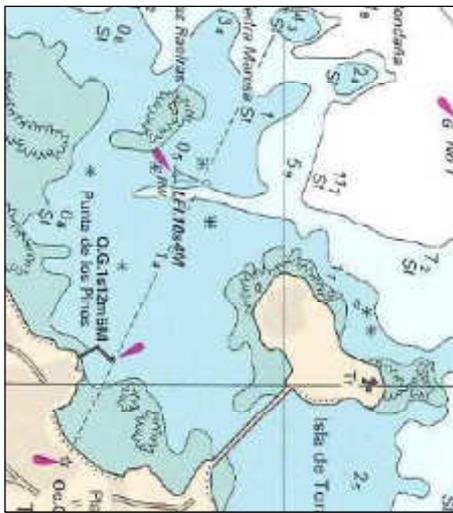
Una señal de enfilación es un sistema de ayuda a la navegación que comprende dos o más estructuras separadas, con señales o luces que están alineadas cuando se ven desde el centro de un canal o, desde lo más profundo de una ruta a lo largo de una sección recta de un canal.

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

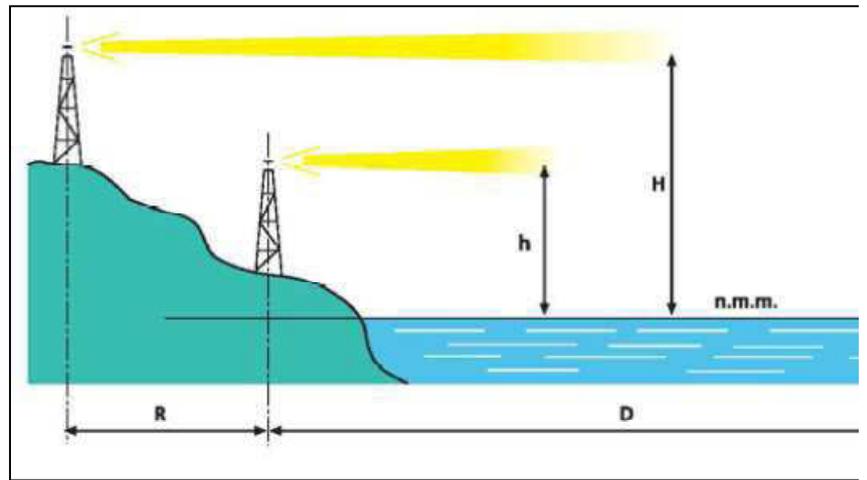
La estructura de la parte trasera (señal posterior), debe tener una elevación mayor que la estructura delantera (señal anterior), para permitir que ambas señales o



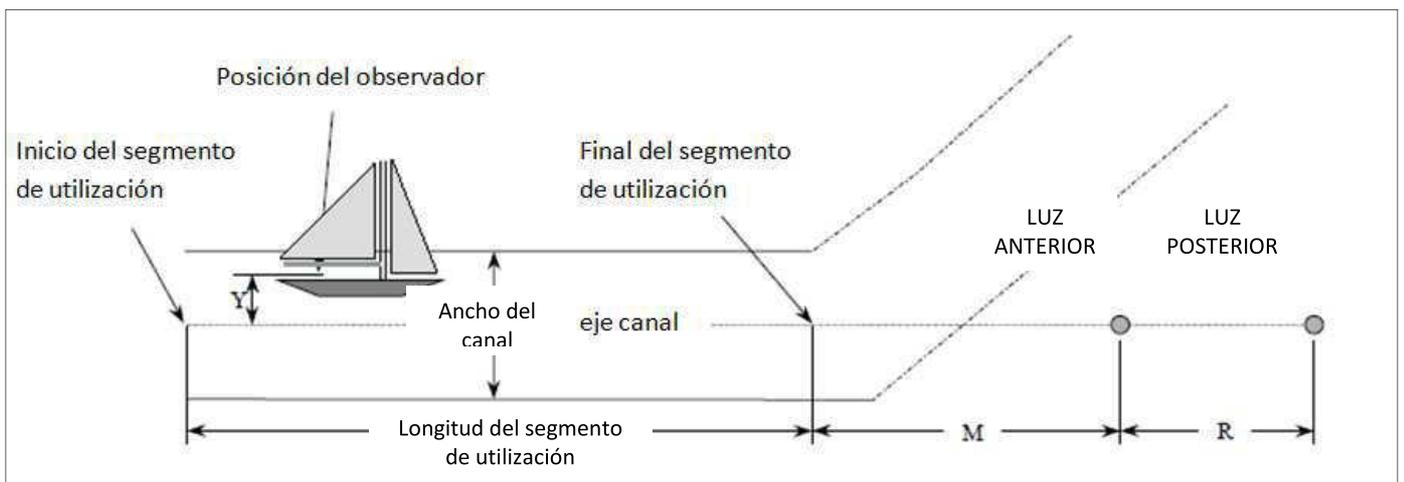
luces se vean simultáneamente. Una luz de enfilación proporciona a un buque una referencia frontal y una indicación visual de la magnitud y dirección de cualquier desviación con respecto al eje del canal.



Enfilación



Perspectiva lateral



Perspectiva horizontal. En la figura se muestra la perspectiva horizontal de una enfilación y se definen algunas variables.

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, indicar como pasar por los ojos de un puente; etc.

#### 6.4. LUCES DE SECTORES

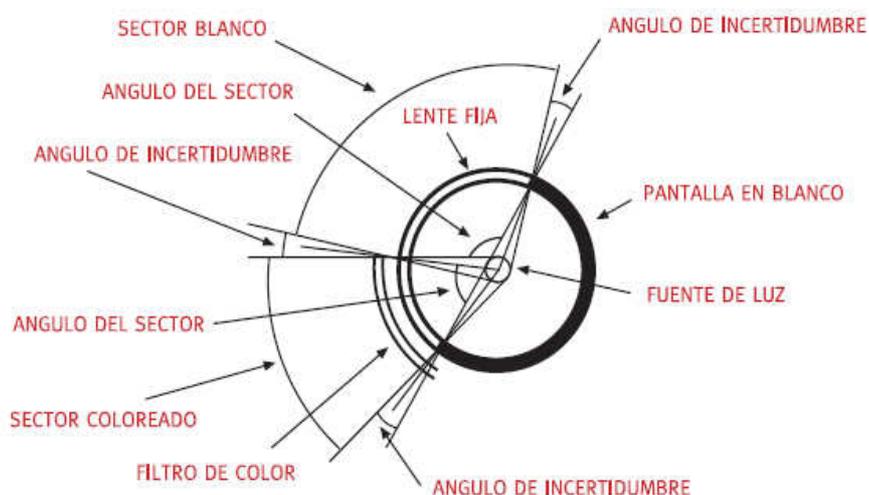
Una luz de sectores es una ayuda a la navegación que muestra diferentes colores y/o ritmos sobre un determinado arco de horizonte.

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.

#### Aplicaciones

Una luz de sectores puede servir para 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

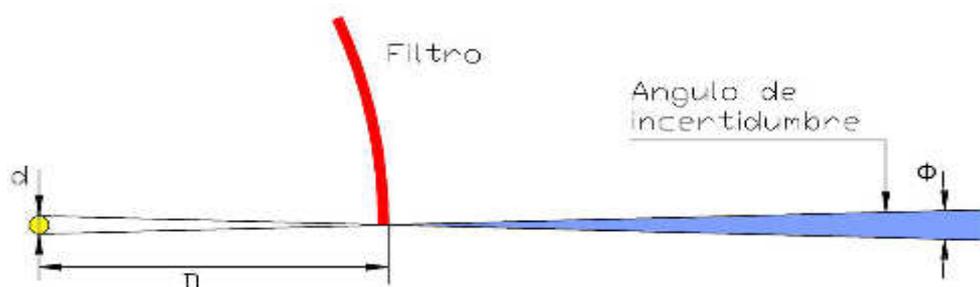


Luz de sectores

### **Ángulo de incertidumbre de una luz de sectores**

Los límites o bordes de un sector no siempre están definidos con precisión, debido a las características de la fuente luminosa.

El ángulo de incertidumbre de una luz de sectores, representa la zona de transición que existe entre dos colores cuando se coloca un filtro, en esta zona de transición no se diferencia claramente un color de otro, por lo que debe de ser lo más pequeña posible.



Según la recomendación IALA para luces de sectores, el ángulo de incertidumbre es:



$$\Phi = d/D \times 57 \text{ (grados)}$$

Donde:

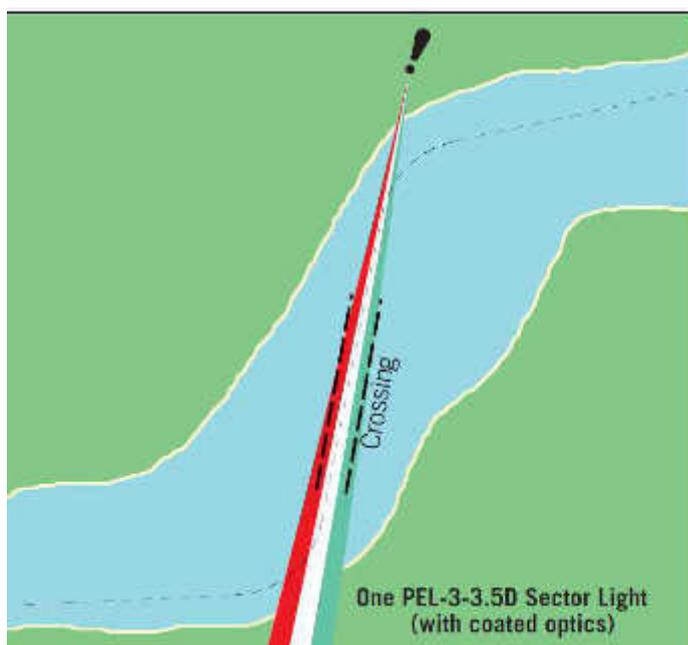
d = Es la anchura del filamento

D= Distancia de la fuente al filtro

Viendo la fórmula anterior se deduce que para reducir el ángulo hay que reducir el ancho del filamento y/o aumentar la distancia al filtro. Por lo tanto, las lámparas utilizadas para luces de sectores tienen que ser siempre de filamento vertical; los filamentos de rejilla, o los de posición horizontal, no deben usarse en luces de sectores.

## 6.5. LUCES DIRECCIONALES DE SECTORES DE PRECISION

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. Una de las principales ventajas de estas luces es que el ángulo de incertidumbre es muy pequeño, por lo que la transición de un color a otro es casi instantánea, esta característica, es particularmente útil para aplicaciones que requieren uno o varios sectores estrechos.



Luz direccional de sectores de Precisión

## 6.6. BOYAS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN

Se define una boya como una ayuda flotante menor<sup>2</sup>, 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

<sup>2</sup> Como ayudas flotantes mayores se considera a Los barcos-faro, faros flotantes y LANBYS (Large Automatic Navigation Buoy). En España no tenemos este tipo de ayudas.

Marítimo de la IALA y suelen tener flotador de formas circulares con un diámetro entre 1 y 3 metros.

Una ayuda flotante tiene una misión similar a una baliza o un faro. Sin embargo una ayuda flotante se instala normalmente con puntos donde no sería práctico establecer una ayuda fija debido a la profundidad, las condiciones del lecho marino o los costes, cuando el peligro cambia a lo largo del tiempo (bancos de arena, un naufragio inestable, etc.).

#### 6.6.1. DESCRIPCIÓN

Las boyas se utilizan en señalización marítima para sustentar señales luminosas o ciegas en aquellos lugares en los que no se estime conveniente instalar balizas fijas. Hoy en día las boyas luminosas se construyen en acero o plástico (G.R.P.<sup>3</sup>, elastómero, Polietileno, etc.) y pueden estar dotadas de cola o faldón.

Las boyas con cola ofrecen una gran estabilidad, y por tanto una mayor seguridad en el servicio. La excesiva oscilación del eje vertical del flotador puede producir confusión, ya que por causa del cabeceo, es posible que solo sean visibles una parte de los destellos que constituyen la apariencia.

Las boyas con faldón permiten balizar bajos fondos y lugares donde las aguas se retiran durante las mareas. Debido a la poca profundidad y a la acción del oleaje, el faldón permite en tales casos, estabilizar la boya lo mejor posible.

Las boyas de metal son robustas y resistentes en condiciones de mar dura, pero requieren mayor mantenimiento. Las de plástico tienen poco mantenimiento, son de fácil manejo, disponen de gran capacidad de cadena (soportan mayor peso de cadena y por tanto, admiten cadenas de mayor calibre) y son prácticamente insubmersibles.

Además, por su estructura, suelen tener la siguientes características:

- Las que tienen luces, están generalmente alimentadas por energía solar o, ya cada vez menos, por baterías primarias, aunque todavía hay boyas de gas, en algunos países. Como consecuencia de las limitaciones de espacio para instalar paneles o baterías, en este tipo de ayudas es importante reducir los consumos todo lo que sea posible, para conseguir esto, entre otras cosas, se ha generalizado el uso de la tecnología LED (menor consumo) y por otra parte, siempre que se pueda, se deben elegir apariencias con ciclos de trabajo pequeños.
- El alcance de la luz está generalmente restringido desde 2 a 5 millas náuticas, aunque en algunas aplicaciones se usan alcances mayores.
- El alcance de la señal está limitado por el castillete (alcance geográfico) y la altura de éste está en función del diámetro de la boya.

---

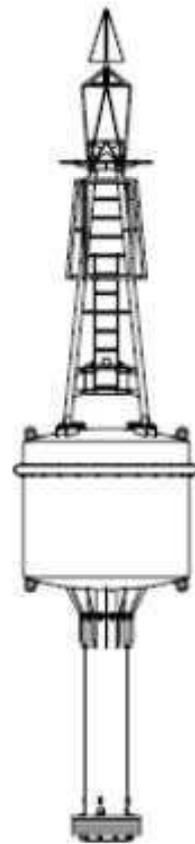
<sup>3</sup> GRP (Glass Reinforced Plastic) más comúnmente conocido como fibra de vidrio).



- Deben de estar provistas de marca de tope, en España es obligatorio.
- El diámetro de las boyas dependerá de la zona de fondeo o utilización, suele estar comprendido entre:
  - 1600mm. interior de puerto y zonas abrigadas
  - 1800mm. antepuerto y zona semiabrigada
  - 2000mm. zonas semiabrigadas
  - 3000mm. mar abierto o mar profundo
- Deben de disponer de **reflector de radar**, a veces también disponen de señales sonoras.
- Debido a las limitaciones de espacio y de alimentación, los servicios adicionales son reducidos, pero a veces se montan unidades racon y AIS como complemento de la luz.



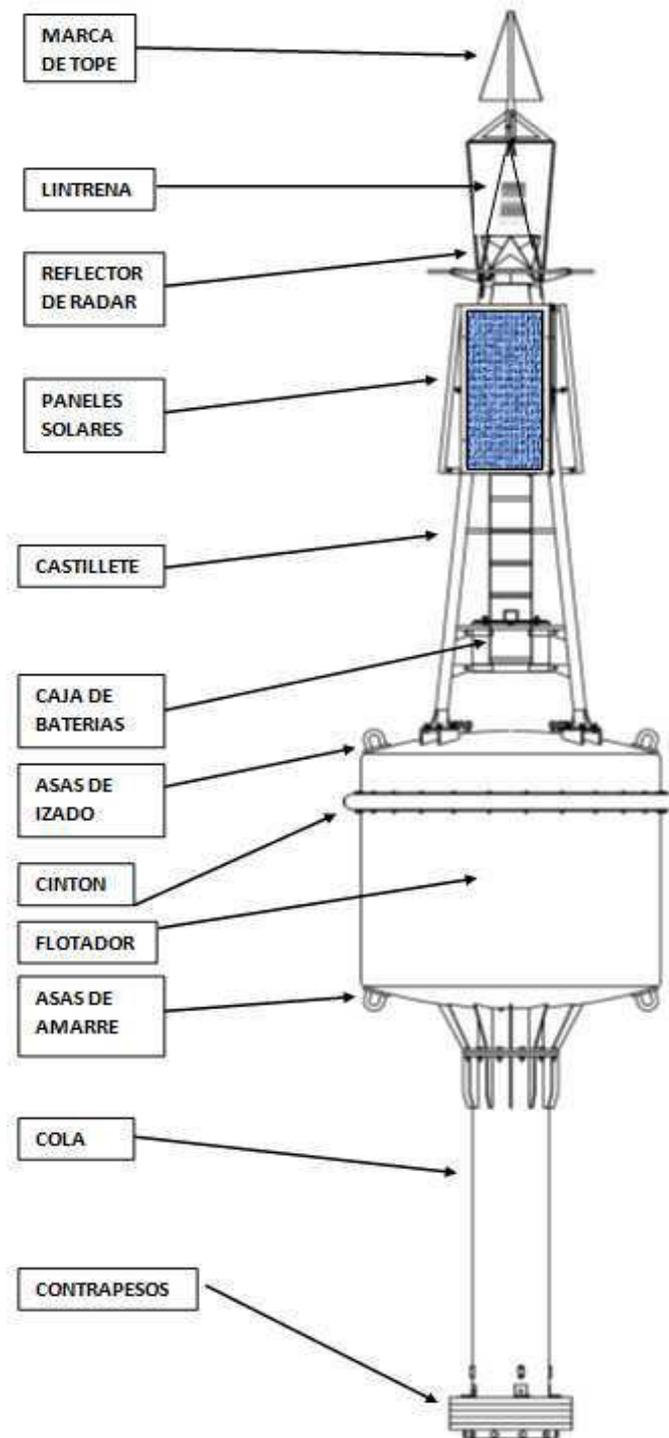
Boya de faldon BFA



Boya de cola BCA

## 6.6.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA BOYA

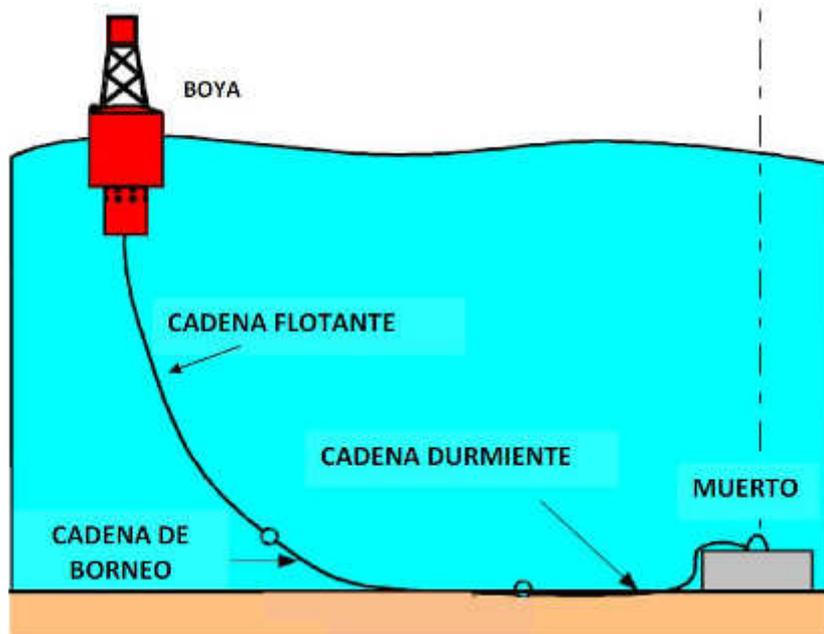
En la figura de abajo se describen los elementos básicos de una boya



### 6.6.2.1. TREN DE FONDEO

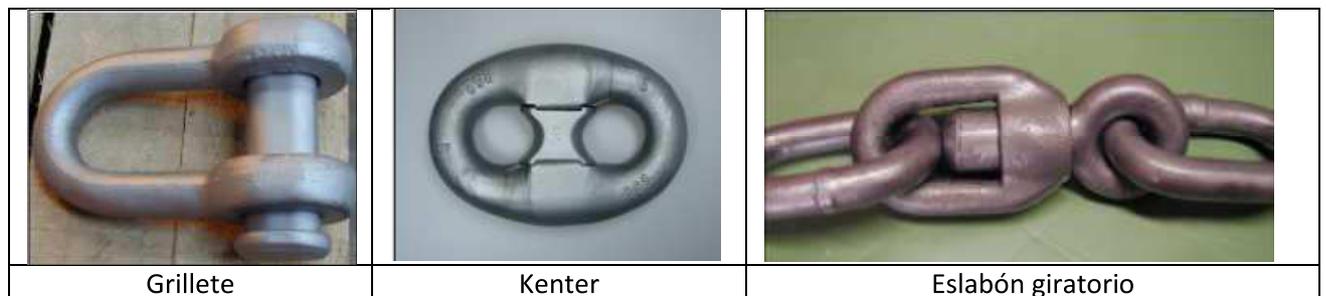
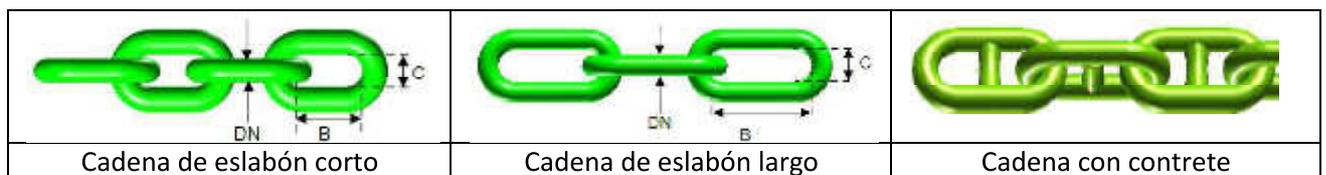
El tren de fondeo de las boyas es el elemento de conexión de las boyas al punto de sujeción en el fondo (el muerto). Este elemento permite amortiguar los choques que las olas ejercen sobre la boya.

La forma más habitual de fondear una boya es con un amarre de cadena y un peso muerto de hormigón o hierro, también se utilizan, aunque no es tan habitual en boyas de señalización marítima, cables de acero o cabos sintéticos.



Las principales partes de un tren de fondeo o amarre son: el tramo de cadena suspendida o flotante, la sección de roce o borneo (seno) que se mueve sobre el fondo del mar siguiendo el movimiento de la boya; y el tramo durmiente, que yace sobre el fondo del mar. Al ser la sección de roce la que experimenta normalmente el mayor desgaste, este tramo es el más importante de inspeccionar.

Las uniones entre los diferentes tramos de cadena o con el muerto, habitualmente se hace con diferentes tipos de grilletes.



Tipos de cadenas y elementos de conexión

## 6.7. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN UTILIZADOS EN AtoNs:

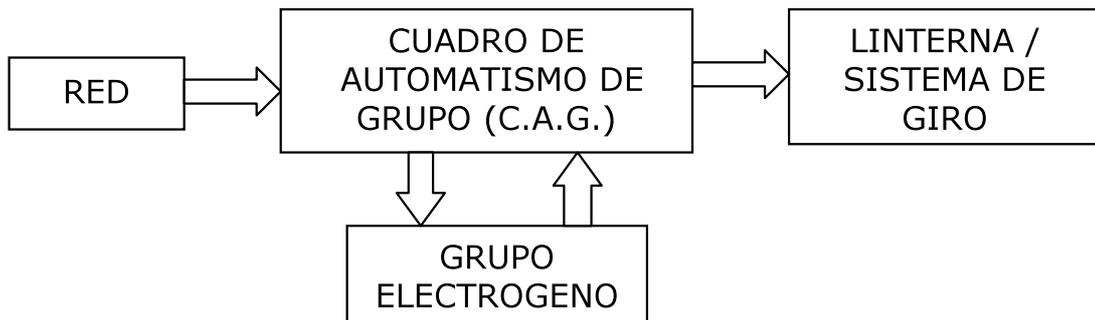
Todas las señales marítimas disponen de sistemas de alimentación de reserva para que en caso de un fallo de la corriente de red, el equipo siga funcionando durante un tiempo previamente establecido, la autonomía del sistema auxiliar será mayor o menor en función de la importancia de la señal, fiabilidad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

A grandes rasgos, estos son los principales sistemas de alimentación utilizados, la única diferencia entre los sistemas utilizados para una baliza o un faro, será su mayor o menor complejidad, según el tamaño de la ayuda, el número de éstas o el emplazamiento. En el caso de las boyas, prácticamente en la totalidad de ellas, el sistema empleado será fotovoltaico.

Entre los diferentes sistemas, en cada caso se utilizara el más adecuado en función de las conexiones disponibles, aislamiento de la señal o dificultad para acceder a ella, consumo, etc., las configuraciones más utilizadas son las siguientes:

### 6.7.1. RED - GRUPO

En esta configuración se instala un grupo electrógeno para que cuando falle la red, los consumidores se alimenten con la corriente generada por el grupo electrógeno, éste entrará en servicio de forma automática ante un corte del suministro.



Grupos electrógenos



Cuadro de Automatismo de Grupo

Los principales elementos de la instalación son:

#### 6.7.1.1. Elementos de protección

Como cualquier instalación eléctrica y según marca el reglamento de baja tensión, a la entrada de equipo se instalarán los elementos de protección necesarios, básicamente un diferencial para proteger de los contactos indirectos y un magnetotérmico que protegerá la instalación frente a una sobrecarga de la línea. También nos podemos encontrar descargadores de tensión para proteger los equipos de sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas.

#### 6.7.1.2. Grupo electrógeno

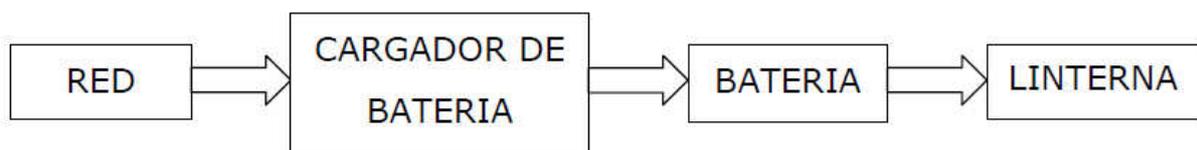
Consta de un motor de combustión, por lo general diesel, al que esta acoplado a un alternador que genera corriente alterna. La potencia de los grupos electrógenos utilizados en estas instalaciones está comprendida entre 5KVA y 30KVA.

#### 6.7.1.3. Cuadro de automatismo de grupo (CAG)

Para el servicio automático disponen de un cuadro de automatismo de grupo (CAG), este elemento es un cuadro eléctrico o electrónico que gestiona automáticamente las señales requeridas por el sistema para el arranque, paro y transferencia de la carga, al fallar la corriente de red.

#### 8.4.2. RED - BATERIA

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



Baterías de reserva en el Faro de Garrucha

Los principales elementos de esta instalación son:

#### 6.7.2.1. Elementos de protección

Igual que en las instalaciones con la configuración RED-GRUPO

#### 6.7.2.2. Baterías

Es el elemento que almacena la carga eléctrica. En equipos de ayudas a la navegación las que se utilizan son de tipo estacionario, 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).

#### 6.7.2.3. 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 ésta. Cuando la batería está cargada, el cargador manda una corriente muy pequeña, pero suficiente para mantenerla cargada, este tipo de funcionamiento se llama "en flotación".

#### 6.7.3. 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 la batería, cuando ésta está totalmente cargada.

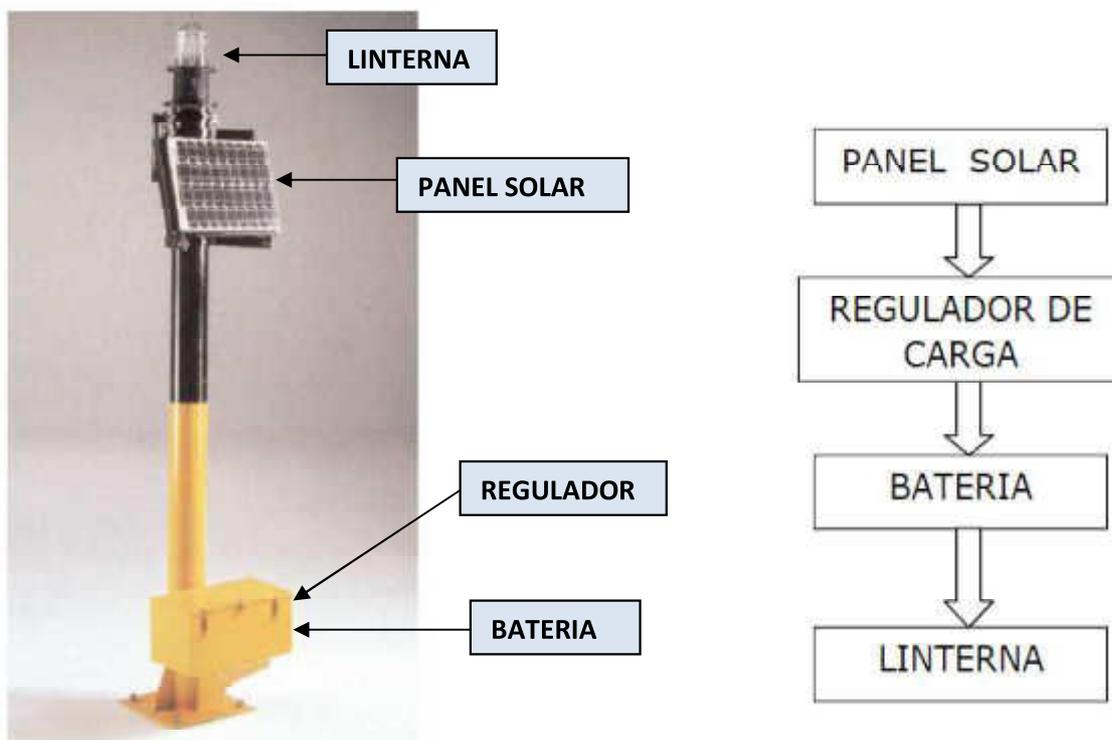


Imagen de una baliza con sistema de alimentación solar y esquema de bloques

Los principales elementos de la instalación son:

#### 6.7.3.1. Elementos de protección

Igual que en las anteriores configuraciones, solo que en este caso hay que tener en cuenta que al trabajar con tensiones pequeñas, generalmente entre 6V y 24V, en algunas instalaciones se pueden llegar a manejar corrientes elevadas, por lo que habrá que tener en cuenta las caídas de tensión los cableados y dimensionar correctamente sus protecciones.

#### 6.7.3.2. Baterías

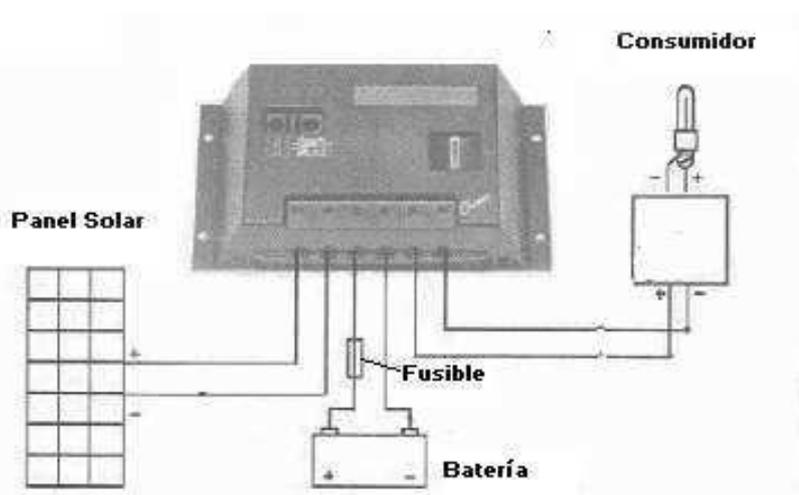
Es el elemento que almacena por el día la carga eléctrica que generan los paneles solares, para utilizarla por la noche . Al igual que en las configuraciones RED-BATERIA son de tipo estacionario, aunque estas tienen la particularidad de estar diseñadas para soportar mayor número de ciclos de carga y descarga.

#### 6.7.3.3. 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.

#### 6.7.3.4. 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 a la batería, dependiendo del estado de carga de ésta.



### 6.8. OPERACIONES BÁSICAS DE MANTENIMIENTO DE AYUDAS VISUALES FIJAS

#### 6.8.1. Elementos de protección

Comprobar que las conexiones no presentan oxidaciones o recalentamientos y que los elementos funcionan correctamente, comprobar el diferencial, etc.

### 6.8.2. Paneles solares

Mantenimiento preventivo. Los paneles fotovoltaicos requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: sin partes móviles y con el circuito interior de las células protegido por varias capas de material protector.

Hacer una inspección general de los paneles 1 ó 2 veces al año. Asegurarse de que las conexiones a las cargas y a las baterías están bien ajustadas y libres de corrosión.

Control de la inclinación de los paneles. En el cálculo del dimensionamiento de una instalación fotovoltaica, se considera un determinado ángulo de inclinación para los paneles, este ángulo, cuando el sistema funciona durante todo el año, suele ser de 15 ° más que la latitud de la zona (si la latitud es de 43°, su inclinación sería entre 58°- 60°), además han de estar orientados al sur

Limpieza. La suciedad que se acumula sobre la cubierta del panel puede llegar a reducir el rendimiento del mismo.

En el caso de zonas donde las aves puedan producir problemas de depósitos opacos conviene instalar unas pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, para impedir que las aves se posen.

En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles.

En el caso de ser necesaria la limpieza, simplemente utilizar agua y algún detergente no abrasivo. La periodicidad con que se ha de realizar la limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento.

### 6.8.3. Regulador de carga

La simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes:

- Observación visual del estado y funcionamiento del regulador. Un mal funcionamiento de mismo, se traducirá en un comportamiento anormal de la instalación (por ejemplo: las baterías no se cargan).
- Comprobación del conexionado y cableado del equipo, así como de las posibles corrosiones y los ajustes de los bornes.
- Observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro, estos valores nos darán un índice del comportamiento de la instalación.
- En caso de disponer de un contador de amperios- hora, el registro de los amperios- hora generados y consumidos en la instalación entre una revisión y otra, permite disponer de un dato más de análisis del comportamiento de la instalación.

### 6.8.4. Cargador de baterías

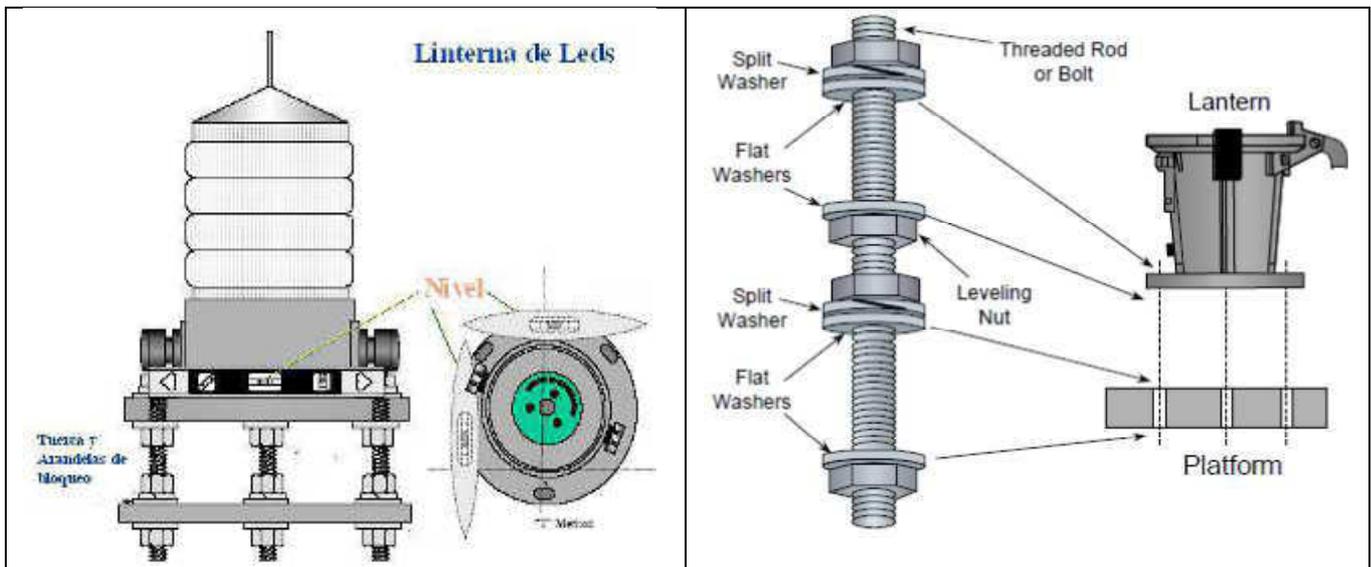
Igual que para los reguladores de carga

### 6.8.5. Linterna y lámparas

Inspeccionar visualmente las grietas de la óptica y base, deformaciones, agujeros, etc. Reemplace si es necesario.

Las ópticas se limpiarán con un paño húmedo, nunca utilizar disolventes o productos abrasivos

Verificar el nivelado del foco y la óptica. Verificar la operatividad de la fotocélula y la característica de la señal.



Nivelado de linterna utilizando tuercas y contratuercas

Las lámparas de incandescencia se deben reemplazar antes de que finalice su vida útil de trabajo.

En las boyas y las estructuras con cambiador de lámparas de noria, se tendrán que reemplazar sus lámparas antes de que la última lámpara se funda. En cada visita de mantenimiento se deberán cambiar todas lámparas fundidas y la lámpara en servicio. Se pasaran las lámparas buenas restantes, a las posiciones delanteras y se utilizarán lámparas nuevas para llenar el resto del cambiador.

Limpiar las lámparas con un trapo limpio empapado con alcohol desnaturalizado y no tocarlas con los dedos. Girar la noria a la primera posición.

Realizada la tarea de sustitución de lámparas es importante comprobar el correcto sellado de la linterna después instalar las nuevas lámparas y entonces probar el funcionamiento de la luz.

Los fabricantes suelen proporcionar alguna guía con los intervalos de sustitución de las lámparas, pero las condiciones de trabajo afectarán a la vida de las mismas. La redacción de informes de inspección permitirá establecer los periodos reales entre cambios de lámparas.

Las balizas de LED tienen la ventaja considerable de requerir poco mantenimiento durante su vida útil. Cuando se usan linternas de LED, los periodos entre visitas de mantenimiento suelen estar condicionados principalmente por la necesidad de visitar la señal para quitar la suciedad de los pájaros y los depósitos de sal.



### 6.8.6. Baterías

Los acumuladores son los elementos de la instalación que requieren una mayor atención. De su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración.

Las principales causas de destrucción prematura de las baterías son las siguientes:

- Consumo y utilización de la instalación superior al previsto. Esta situación conduce a descargas profundas y continuadas de la batería que producen su destrucción anticipada.
- Falta de reposición del electrolito. Si el nivel del electrolito en alguno de los elementos es lo suficientemente bajo como para dejar al descubierto las placas, estas se sulfatan en poco tiempo, produciéndose su inutilización

Las operaciones usuales de mantenimiento son las siguientes:

- Mantenimiento del nivel del electrolito. El nivel del electrolito debe mantenerse dentro del margen comprendido entre las marcas de MAX y MIN. Si no existen estas marcas, el nivel correcto del electrolito es de 20 mm. Por encima del protector de separadores.
- Si se observa un nivel inferior en alguno de los elementos, se deben rellenar con agua destilada o desmineralizada, utilizando un recipiente de plástico.

**NO DEBE RELLENARSE NUNCA CON ÁCIDO SULFÚRICO.**

Es necesario comprobar también si hay residuos en el fondo que pudieran llegar a cortocircuitar las placas.

Debe evitarse un relleno excesivo que llegue hasta los orificios de ventilación de los tapones del acumulador, para evitar la pérdida del electrolito al exterior.

- Comprobación y limpieza de los terminales. Al realizar la operación anterior, debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería; debe limpiarse de posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones.
- Medida de la densidad del electrolito. Debe realizarse en el caso de que se disponga de un densímetro con flotador. La densidad del electrolito, con el acumulador totalmente cargado, debe ser de  $1,240 \pm 0,01$  a  $20^{\circ} \text{C}$ . Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería del mismo.
- Medida de la tensión de la batería. Consiste en desconectar cada elemento y medir con un polímetro la tensión entre los bornes.

La medida debe realizarse con el nivel correcto del electrolito, y con la batería plenamente cargada. La tensión en circuito abierto oscila entre 2,04 y 2,09 V



por elemento, según la densidad del electrolito. Diferencias importantes en un elemento son signo de posible avería del mismo.

Aparte de estas operaciones usuales, hay que tener en cuenta una serie de precauciones con la batería de acumuladores:

- El acumulador debe ser recargado inmediatamente después de una descarga: no debe permanecer descargado en ningún caso más de veinticuatro horas.
- No acercar ninguna llama o cuerpo incandescente a los acumuladores. Al producirse la electrolisis del agua se desprenden oxígeno e hidrógeno, que forman una mezcla explosiva.
- No depositar nunca objetos metálicos sobre los elementos, para evitar la posibilidad de cortocircuitos.

En lo relativo a las medidas de seguridad en su manipulación, las precauciones generales a tener en cuenta son las siguientes:

### Instrucciones de seguridad de manejo de baterías



Ref. 210  
USO DE  
GUANTES

¡Observar las instrucciones de montaje!. ¡Trabajar con la batería solamente bajo instrucciones de personal especializado y teniendo en cuenta las instrucciones de manejo!



Ref. 300  
USO GAFAS  
O PANTALLA



Ref. 420  
PROHIBIDO  
ENCENDER FUEGO

Durante operaciones en las baterías se deben llevar gafas y ropa protectora. Observar las instrucciones para la prevención de accidentes.

¡Prohibido fumar! Debido al peligro de explosión no se debe tener fuego, objetos incandescentes o utensilios que produzcan chispas en la cercanía de las baterías.



Ref. 300  
USO GAFAS  
O PANTALLA



Ref. 350  
PELIGRO  
CORROSION

Las salpicaduras de ácido en los ojos o en la piel se deben enjuagar y lavar bien con abundante agua. A continuación se debe consultar inmediatamente un médico. La ropa manchada por el ácido debe lavarse con agua.



Ref. 335  
PELIGRO DE  
EXPLOSION



Ref. 300  
PELIGRO

Peligro de explosión y fuego, ¡evitar cortocircuitos! ¡ATENCIÓN! Los bornes de los elementos de la batería siempre están bajo tensión y por eso no se deben de poner objetos o herramientas sobre la batería.



Ref. 375  
PELIGRO



Ref. 300  
PELIGRO

El electrolito es corrosivo. Normalmente no hay contacto con el electrolito en operaciones de mantenimiento salvo en la reposición de agua. En caso de destrucción del recipiente el electrolito que queda libre debe ser neutralizado con medios adecuados (sepiolita, absorbentes neutralizantes).



Ref. 375  
PELIGRO



Ref. 375  
PELIGRO

Las baterías monobloque o de elementos son elementos pesados. Prestar atención a una instalación segura que evite su caída. Usar solamente medios adecuados de transporte.



Ref. 375  
PELIGRO



## 6.9. OPERACIONES BÁSICAS DE MANTENIMIENTO DE AYUDAS FLOTANTES

### 6.9.1. Boyas de acero

#### Mantenimiento en tierra

Las boyas de acero deben llevarse a tierra periódicamente para su reparación y restauración, poniéndolas a punto para volver al mar. Las razones más usuales para retirar una boya de su lugar son: daños por colisión, desperfectos en la pintura o la eliminación de excesivas incrustaciones marinas.

En las boyas de acero cuando se llevan a tierra se realiza una limpieza con chorro de arena para eliminar las incrustaciones, para después poder realizar una aplicación correcta de la pintura.

Los componentes que puedan ser dañados por el chorreado, como cables eléctricos, paneles solares, linterna, etc., deben ser retirados de la boya antes de empezar a chorrear.

El cuerpo de la boya debe repararse o reemplazarse cuando el espesor del casco alcanza el nivel mínimo admisible.

Se deben inspeccionar los cierres de los bolsillos y reemplazar las juntas de estanqueidad. Se deben inspeccionar los tubos de ventilación por si sufren daños u obstrucciones.

#### Mantenimiento in situ

Las boyas se deben inspeccionar para prevenir su inundación y para prevenir daños que podrían afectar su hermeticidad.

Los cierres de los bolsillos se deben inspeccionar para identificar daños en los rebordes, en las cubiertas, en las bisagras o en las juntas de estanqueidad.

Pintar en el punto de fondeo no se recomienda. Sin embargo, a veces se aplica una capa de retoque para restaurar el color apropiado de la señal diurna de la boya.

### 6.9.2. Boyas de plástico

Las boyas sintéticas pueden ser de varios tipos: fibra de vidrio reforzado (GRP), moldeado termoplástico, espuma de uretano revestido y todo espuma.

En general, la conservación de estas boyas se realizará en tierra. Generalmente, la conservación en el punto de fondeo se limitaría a quitar la suciedad y reparar pequeños daños, hasta restaurar el color original de la marca diurna. Los componentes de acero, excepto los que son de acero inoxidable, de todos los tipos de boyas sintéticas requerirán pintarse.

Siga las instrucciones del fabricante para la aplicación correcta de la pintura, cumpliendo las recomendaciones de éste: restricciones de temperatura, humedad y

tiempo de almacenamiento; composición de la mezcla, vida útil y tiempo de curado; requisitos de equipos y técnicas de aplicación; etc. Toda soldadura, mecanizado, corte, taladro, formas o cualquier otra operación que pueda dañar el sistema de pintado se debe realizar con anterioridad.

Antes de pintar, se debe asegurar que la adherencia de la pintura a emplear sea la apropiada, especialmente en el caso de las boyas sintéticas.

Las herramientas deben ser apropiadas y se seguirán los procedimientos de seguridad para la aplicación de la pintura.

### 6.9.3. MANTENIMIENTO DE LOS TRENES DE FONDEO

Un tren de fondeo o amarre consiste en tres partes: el tramo de cadena suspendida, la sección de roce o borneo (seno) que se mueve sobre el fondo del mar siguiendo el movimiento de la boya; y el tramo durmiente, que yace sobre el fondo del mar. La sección de roce es la que experimenta normalmente el mayor desgaste, por lo que este tramo es el más importante de inspeccionar.

El mantenimiento de los trenes de fondeo en el lugar conlleva visitas periódicas cuya frecuencia está en relación con los riesgos de deterioro. La vida útil de un amarre, o tren de fondeo (la cadena, el cabo, los grilletes, el grillete giratorio, el peso muerto, los anclajes...) dependerá de sus condiciones locales de funcionamiento, es decir: el estado del mar, la profundidad, el tipo de fondo marino, las partículas abrasivas en el agua, la fuerza de la marea del momento, etc. El desgaste más rápido estará en la zona de roce (donde la cadena encuentra el lecho marino).

Es recomendable aplicar las disposiciones siguientes:

#### **Fondeos**

En general, los trenes de fondeo son visitados una vez al año o más, según las condiciones locales.

Si se dispone de una embarcación que lo permita, es conveniente sacar a flote e inspeccionar el amarre para, así, poder renovar en intervalos periódicos sus componentes y secciones.

Si el amarre no se puede sacar a flote para su inspección, se realizarán inspecciones periódicas del amarre por métodos subacuáticos, como resultado de estas inspecciones visuales, se deberá decidir el recambio del amarre o predecir un periodo de vida de funcionamiento seguro, abandonándose el amarre reemplazado en el lecho marino, cuando no es factible izarlo, al finalizar dicho periodo.

## **Cadena**

En cada visita de inspección se limpiara las cadenas de amarre de boya y flotante de todo tipo de caracoles y algas que pueden favorecer la formación de moluscos.

Al inspeccionar la cadena, es importante saber el estado de desgaste en que se encontraba en la inspección anterior. El desgaste anual del tren de fondeo de una boya dada se puede estimar llevando registro de las observaciones hechas del amarre en cada inspección. Esta información se puede utilizar para planificar la frecuencia de inspecciones que serán necesarias en para el fondeo de cada boya.

Para inspeccionar el desgaste de la cadena se miden las partes más debilitadas de las uniones que más trabajan, utilizando un calibre. Se sustituirá la cadena si se ha desgastado al diámetro mínimo del calibre primitivo usado para el tipo boya en concreto, o si cualquiera de las uniones se deforma, se ha estirado, doblado o está torcida.

Al reemplazar las secciones de cadena desgastada, se debe retirar la suficiente cadena en cualquier tramo de la sección para asegurarse de que los grilletes no se monten en la sección de roce cuando la cadena sustituida se enganche al amarre. Si un amarre tiene longitud suficiente y sólo se desgasta una sección corta de cadena, puede ser posible quitar la sección desgastada y unir la cadena de elevación y las secciones inferiores sin añadir cadena nueva.

Si las condiciones lo permiten, se pueden cortar y engrillear bien el amarre entero o bien ciertas secciones de la cadena. La cadena que se desgasta por debajo del diámetro utilizable para un determinado tipo de boya, puede ser reutilizada en otra boya que requiera un tamaño menor.

## **Cabo Sintético**

En algunos casos se utiliza cabo sintético, éste se fabrica con una gran variedad de materiales: nylon, poliéster, polipropileno y otras fibras avanzadas. Además del tipo de material utilizado hay varios factores a considerar sobre el uso y conservación de estos anclajes. Éstos incluyen las necesidades propias para cada material específico, las especificaciones sobre su terminación, los procedimientos de manejo y su equipamiento y el diseño del sistema de amarre.

La seguridad del personal es la principal preocupación cuando se usan amarres sintéticos. La energía almacenada en el cabo cuando está bajo tensión puede ser peligrosa y se adoptaran medidas para asegurarse de que ninguna persona esté situada en el área que pueda ser barrida por el final de un cabo roto.

La rozadura y corte son los peligros más grandes de un cabo de amarre. Se puede comprobar que un cuchillo afilado corta el cabo sin dificultad por cualquier parte y cualquier borde afilado de las rocas, las conchas marinas, o el propio cabrestante del barco que hace el servicio pueden causar un daño permanente en la superficie del cabo. Si el cabo patina por el tambor del cabrestante o se hace pasar a través



de una guía inapropiada no sólo se pueden producir daños abrasivos, sino también quemaduras aisladas hasta el punto de fundir la fibra de la superficie del cabo, dando como resultado un debilitamiento significativo.

Al sacar a flote un amarre para su retirada o inspección hay dos aspectos que necesitan especial atención:

- Cualquier guía por la que deslice el cabo debe tener el diámetro correspondiente al cabo utilizado, debe ser de rodillo, y no tener los bordes afilados.
- El cabrestante o wincher debe estar diseñado para el manejo del cabo, impidiendo a éste patinar por el tambor del cabrestante cuando está en tensión de carga.

### **Elementos de conexión**

Se verifica el desgaste de las argollas y el juego libre de cada eslabón giratorio alrededor de su piñón; todo eslabón giratorio bloqueado debe ser liberado o reemplazado.

Los grilletes y giratorios excesivamente usados, deformados, estirados, doblados o torcidos deben ser reemplazados. El grillete giratorio debe reemplazarse si gira mal cuando trabaja.

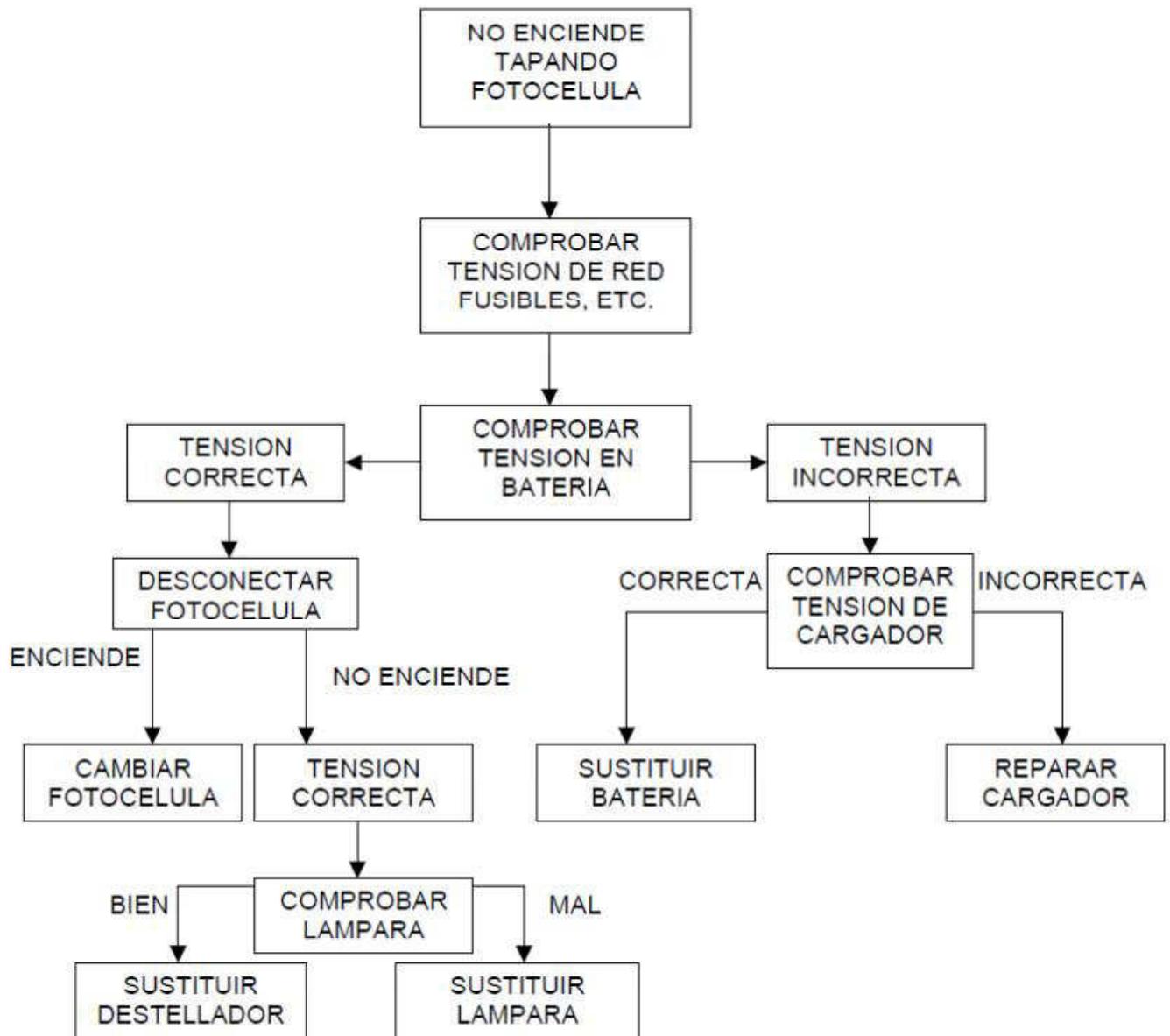
### **Pesos Muertos**

Los pesos muertos se deben reemplazar si el cáncamo ha llegado a menos de la mitad de su diámetro original, o si el hormigón se ha erosionado o tiene roturas. Los cáncamos en los muertos de hierro fundido se pueden reparar o reemplazar si es económicamente viable.

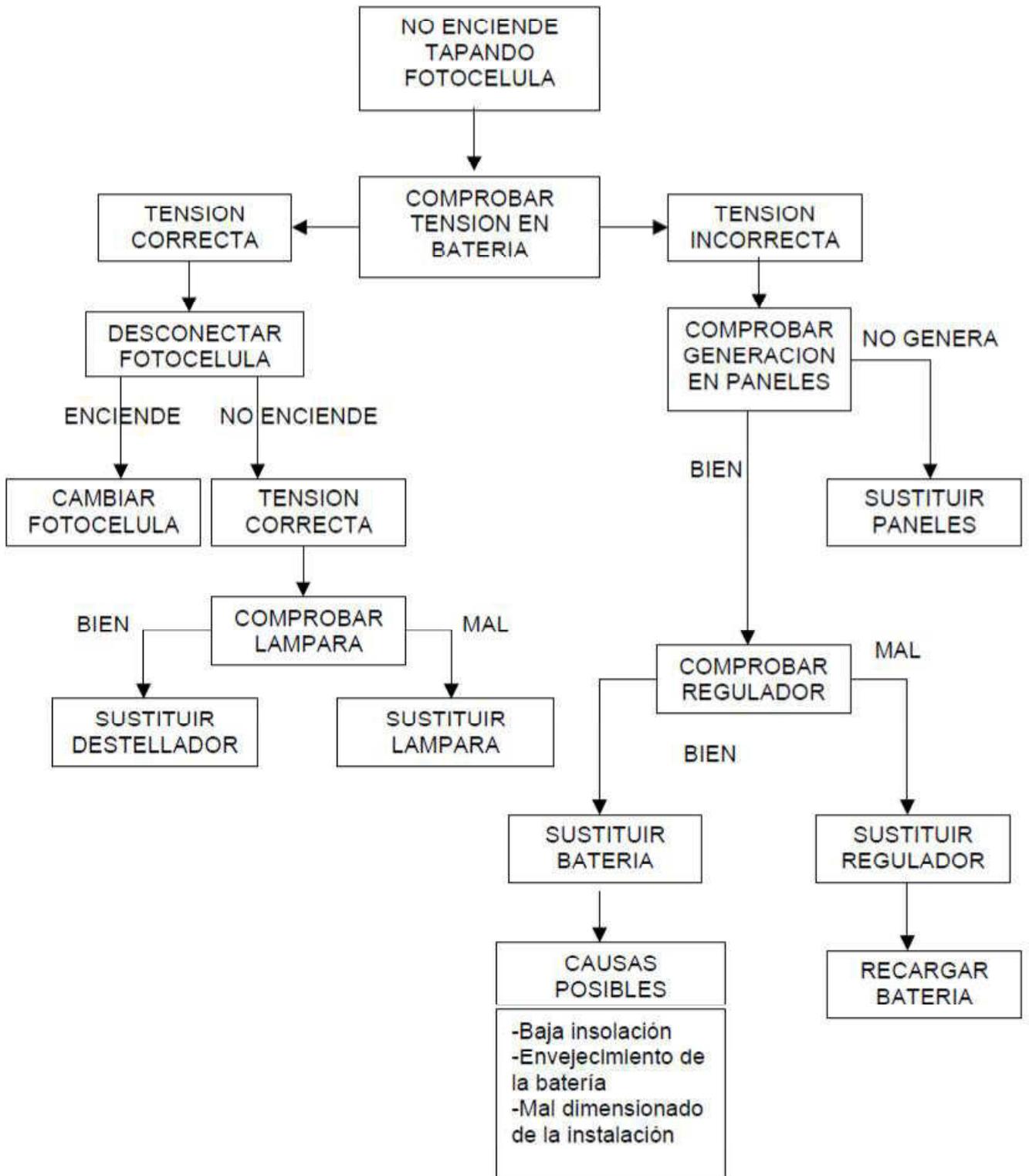
## **6.9.4. PROGAMACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UNA LINTERNA (PRÁCTICA)**

## 6.11. PROTOCOLO PARA LA RESOLUCIÓN DE AVERÍAS SENCILLAS (balizas)

### 6.11.1. INSTALACIONES A RED



## 6.11.2. INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS



## 7. 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.

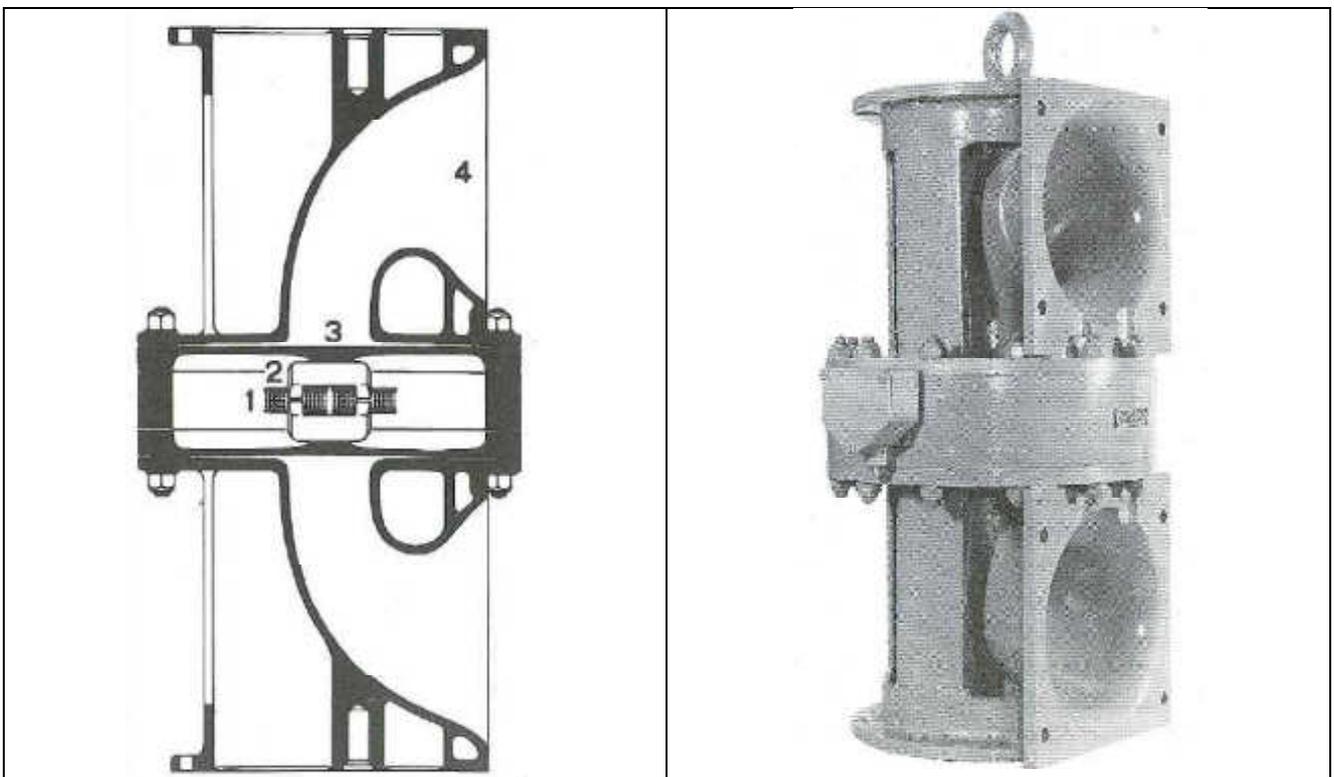
### 7.1. TIPOS DE SEÑALES ACÚSTICAS:

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 normalmente empleado para producir señales acústicas de largo alcance, es lo que habitualmente llamamos "Sirenas"



Emisor direccional y sección : 1 Bobina, 2 Núcleo de hierro laminado, 3 diafragma de acero, 4 bocina.

## **Funcionamiento de las sirenas o vibradores**

Las sirenas de largo alcance están formadas básicamente por un elemento que genera una señal eléctrica a una frecuencia de 150 c/s, esta señal ataca a un electroimán que hace mover una membrana de acero generando sonido a una frecuencia de unos 300 Hz. esta señal antes de llegar a la membrana, pasa por un dispositivo (el manipulador), que produce las fases de sonido y silencio (característica).

## **Detectores de niebla**

Hasta hace unos años, las señales audibles estaban gobernadas por los técnicos que las ponían en marcha cuando las condiciones de visibilidad lo requerían. Actualmente, los detectores automáticos de niebla, que emiten rayos infrarrojos midiendo el reflejo sobre las partículas de agua del aire, activan la señal audible para ciertos límites de visibilidad. En otros casos estas se activan remotamente como por ejemplo por mensajes SMS, radiocontrol, etc.

## **8. 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, pero al contrario que con las visuales, éste debe contar a bordo con los equipos necesarios para poder usarlas.

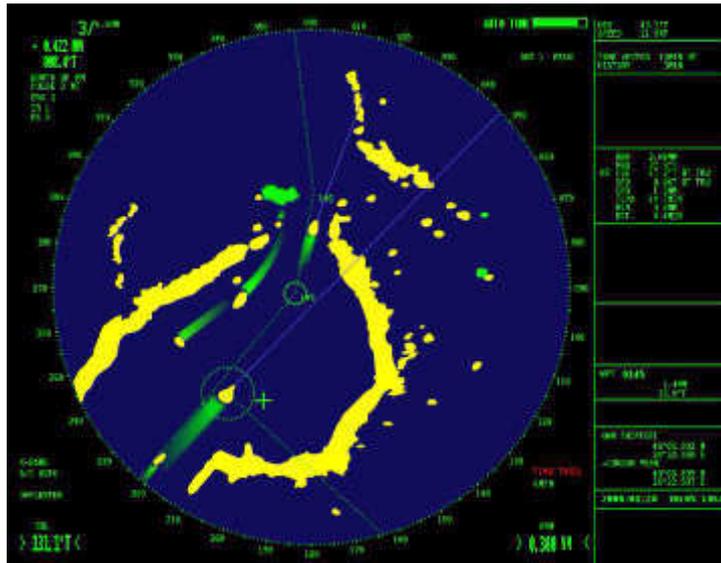
A lo largo de la historia se han utilizado diferentes tipos de ayudas radioeléctricas Radiofaros; sistemas hiperbólicos: OMEGA, DECCA, CHAYKA y LORAN-C, todos ya desaparecidos, excepto estos dos últimos que también tienden a desaparecer, debido en parte, a la aparición de los sistemas basados en el empleo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

### **Sistemas de radar**

El radar es una ayuda de navegación<sup>4</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 gráfica 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**.

---

<sup>4</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.



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.

Los radares marinos pueden trabajar en dos bandas:

- la banda X a 9,4 GHz (3,2 cm. de longitud de onda)
- la banda S a 3 GHz (10 cm.).

La banda X tiene menor alcance que la S, pero tiene mayor resolución, un objeto de suficiente tamaño será visto con mucha más fuerza en la banda X que en la S por contra le afectan más las interferencias por lluvia y mal tiempo. Los barcos mercantes suelen trabajar simultáneamente en las dos bandas, aunque en alta mar suelen utilizar más la banda S para tener más alcance.

### 8.1. AYUDAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE RADAR

Las ayudas asociadas al radar se basan en dispositivos que permiten la visualización de la ayuda en la pantalla del radar, los dispositivos más usados son los siguientes:

### 8.1.1. 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.

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 pasivos de radar:

- **Lente de Lüneberg** 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.

Una lente de Lüneberg puede ser fabricada con espuma de polietileno, vidrio espumoso, y otros materiales celulares. La densidad de la espuma puede ser variada para alterar la constante dieléctrica.

Suelen ser más caras y menos duraderas que los reflectores convencionales.

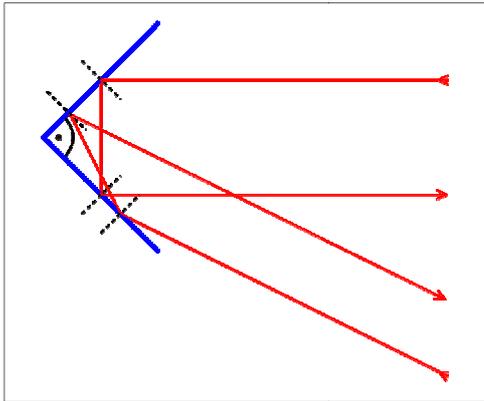


Lente de Lüneberg



Lente de Lüneberg

- **De triedros y diedros** formados por láminas metálicas unidas, formando ángulos de 90°. 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.



Reflexión de la señal de radar



Reflector de triángulos

La distancia a la 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.

#### 8.1.2. 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 racón, 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.



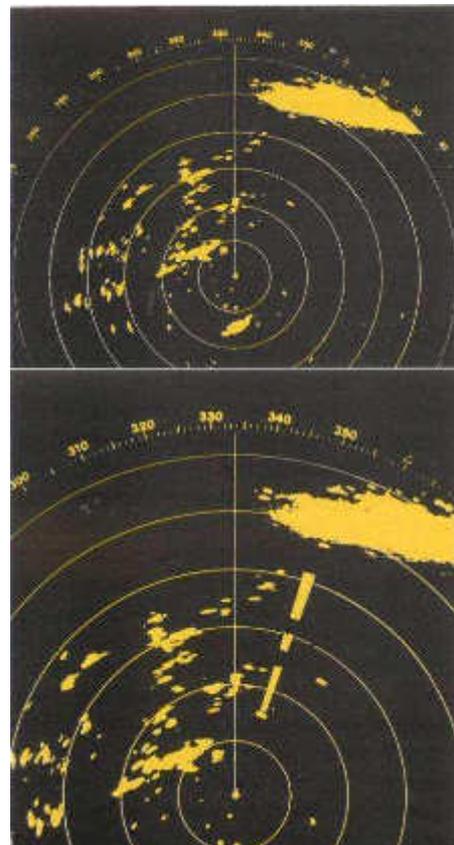
RTE

### 8.1.3. 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.

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 empieza por raya.

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



Ejemplo de un racon, y de una pantalla de radar sin y con la traza del racon.

### 8.2. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL 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 que se encuentra completamente operativo desde 1995 y 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%).

### 8.3. 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, una vez calculada la corrección de errores, la estación la transmite a los receptores próximos a él, y así éstos pueden, a su vez, corregir también los errores producidos por el sistema dentro del área de cobertura.



Esquema de funcionamiento de DGPS

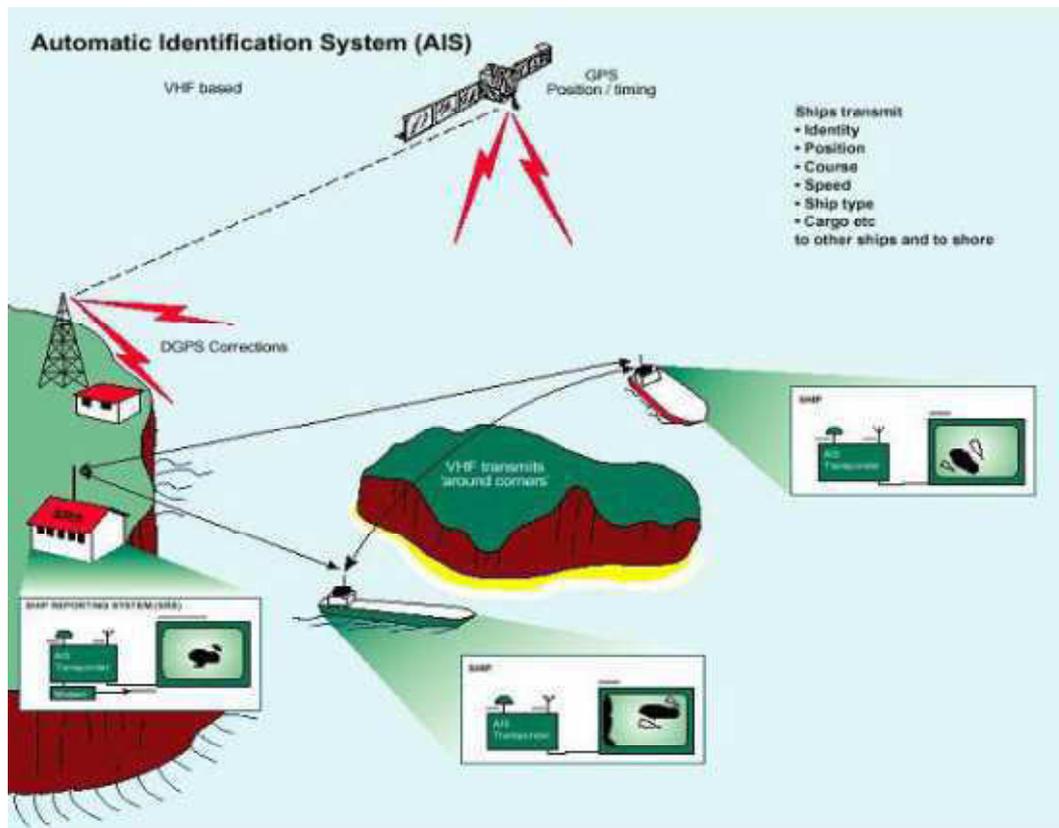
La información que contiene los mensajes de correcciones de posición y los de integridad del sistema ("salud" de los satélites), se emiten a los usuarios que dispongan de los receptores apropiados consiguiendo mejorar la precisión de posicionamiento en determinadas áreas en las que exista cobertura del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

## 8.4. 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.



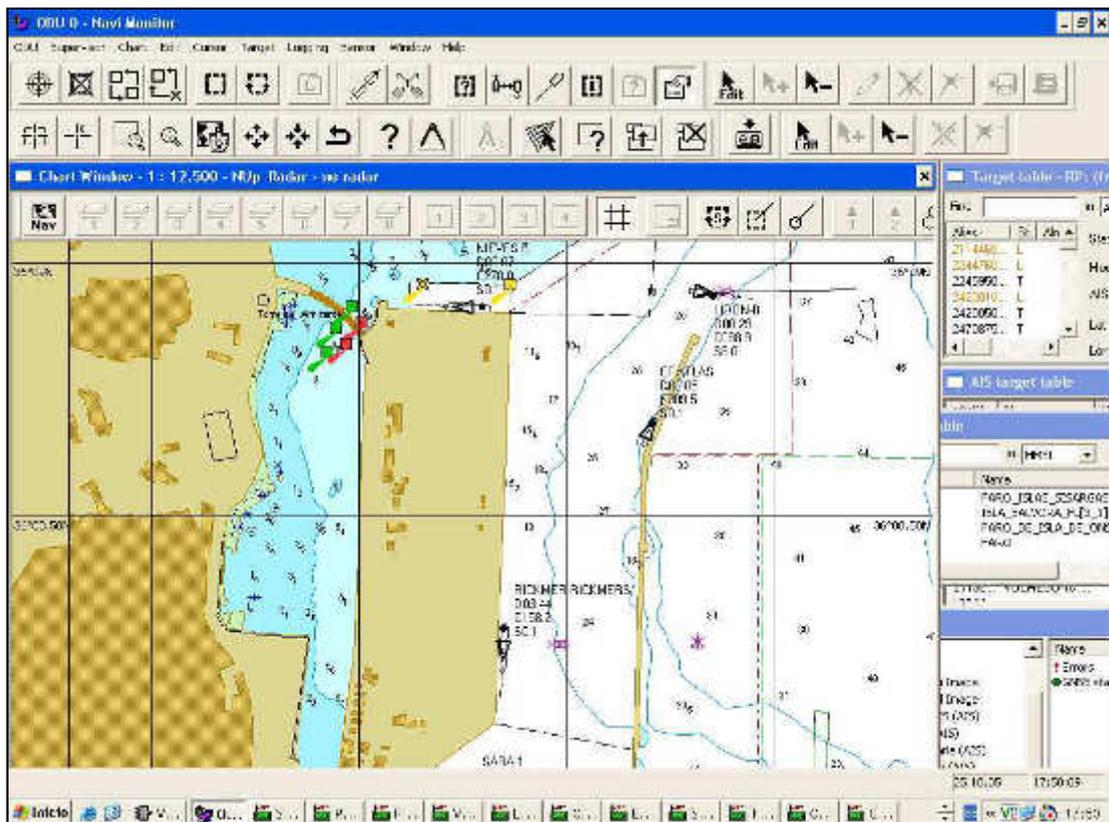
Esquema de funcionamiento del AIS

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.

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.



### Presentación en pantalla AIS

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 ésta es correcta e información hidrológica y meteorológica.

## 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 ellas, 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. VTS

Los Servicios de Tráfico Marítimo, conocidos habitualmente por sus iniciales inglesas, VTS (Vessel Traffic Services) son, según definición de la Organización Marítima Internacional, "aquellos servicios establecidos por una autoridad competente concebidos para acrecentar la seguridad y la eficacia del tráfico marítimo y la protección del medioambiente. El servicio tendrá capacidad de interacción con el tráfico y de responder a las circunstancias del tráfico en la zona". Es similar al de control de tráfico aéreo para los aviones.



Centro de control de operaciones

## 11. 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, finalmente se enumeran los registros básicos que debemos llevar en la gestión del servicio de ayudas a la navegación.

### 11.1. 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.

#### 11.1.1. Carta náutica

Una carta náutica es una representación a escala de las aguas y regiones terrestres cercanas a la costa de una zona, donde aparecen datos esenciales para la navegación como: la profundidad, naturaleza del fondo, peligros a la navegación, detalles de la costa incluyendo puertos, localización y características de las ayudas a la navegación, etc. Las cartas se imprimen en papel pero en la actualidad se editan también en formato digital, éstas están publicadas oficialmente por una autoridad, un gobierno, oficina hidrográfica autorizada u otra institución gubernamental. En España el organismo encargado de estas tareas es el Instituto Hidrográfico de la Marina.

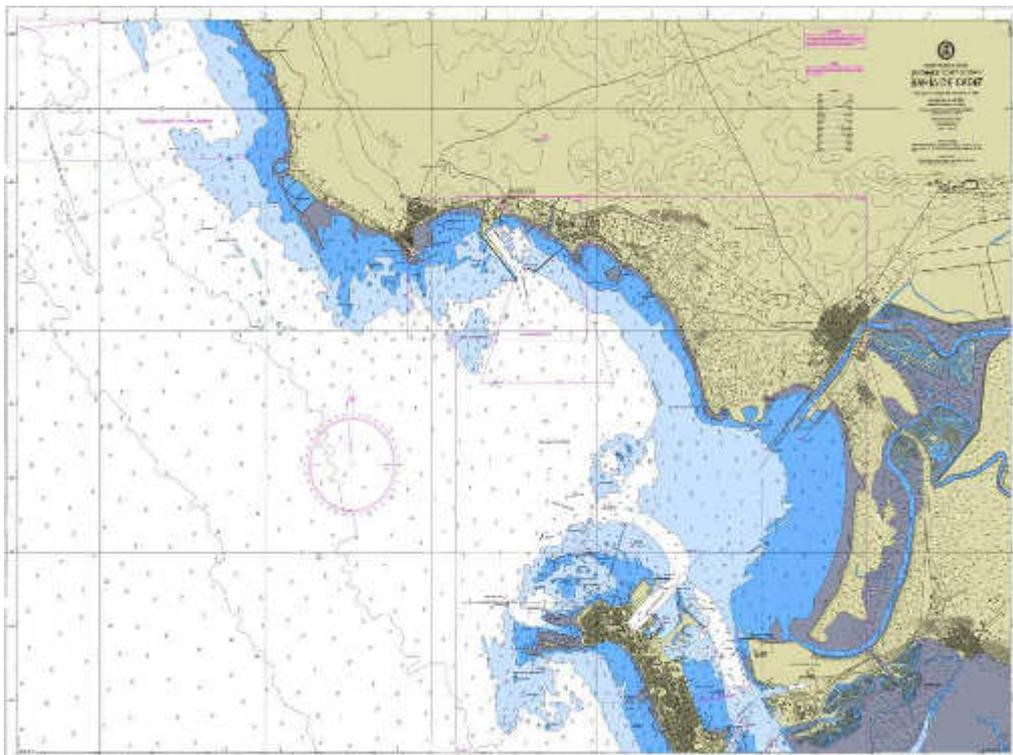


Imagen de una carta náutica

### 11.1.2. 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 marítimas instaladas en la costa y sus características.

En esta lista se proporcionan detalles como:

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

A continuación se describe el formato e que se presenta el Libro de Faros:

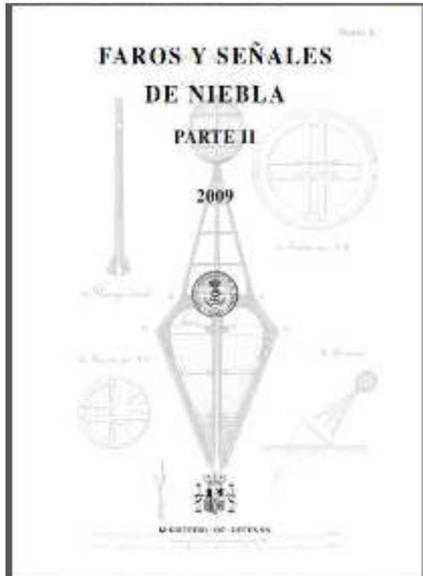
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8
00085 <i>D-1454,6</i>	-Puerto de refugio --Dársena interior ---A babor	43 23,3 1 47,4	Fl(3)R 9s	9	1	Poste metálico 7	[0,5 : 1,5 : 0,5 : 1,5 : 0,5 : 4,5]
00090 <i>D-1453</i>	-Dique de encauzamiento. Extremo	43 22,8 1 47,3	Fl(3)G 9s	11	5	Columna cilíndrica verde blanca coronada por plataforma verde 5	[0,5 : 1,5 : 0,5 : 1,5 : 0,5 : 4,5]

La descripción de cada columna es la siguiente:

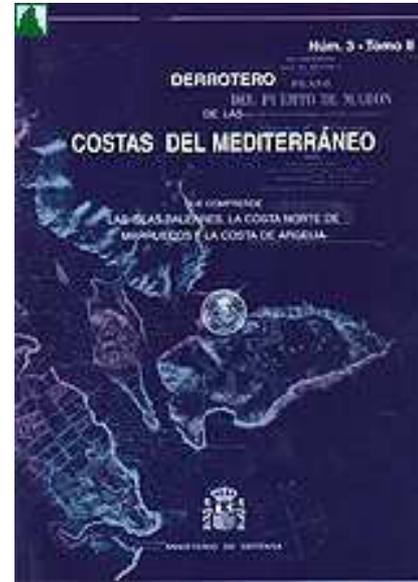
- columna 1: N° nacional e internacional
- columna 2: Nombre y localización de la señal
- columna 3: Latitud y longitud aproximada (en coordenadas WGS 84, ver anexo II)
- columna 4: Numero (en caso de ser mas de una señal), apariencia y periodo de la luz. Tipo, características y periodo de la señal sonora
- columna 5: Elevación sobre el nivel medio del mar
- columna 6: Alcance nominal
- columna 7: Descripción del soporte y su altura
- columna 8: Observaciones datos complementarios (fases, sectores, radiofaros, etc.)

### 11.1.3. 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

Otras publicaciones importantes son los libros de radioseñales, libro de señalización marítima y libros de terminología e interpretación de símbolos y abreviaturas.

### 11.2. 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 corresponda. 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 pagina web de Puertos del Estado, utilizando los formularios disponibles en la web de Puertos del Estado.

### 10.3. PRINCIPALES REGISTROS DEL SERVICIO AtoN

En la gestión del servicio de ayudas a la navegación los registros básicos que debemos llevar son:

#### 10.3.1. INSPECCION DE SEÑALES

Se llevará un registro de las inspecciones realizadas, tanto de las señales que el organismo responsable tenga en gestión directa, así como las inspecciones de terceros que tenga asignadas.

#### 10.3.2. INVENTARIO DE SEÑALES

En él se hará una ficha de cada señal donde se detallaran los datos de cada señal, los hidrográficos y los técnicos o constructivos.

#### 10.3.3. LISTADO DE INCIDENCIAS

En este listado se deben de recoger todas las incidencias, tanto las que han causado baja como las que no. Con estos listado se calcula la disponibilidad y fiabilidad de una señal.

#### 10.3.4. DISPONIBILIDAD

Disponibilidad es la probabilidad con que una ayuda a la navegación cumple su función en un instante aleatoriamente elegido. Se expresa como un porcentaje de tiempo total en el que la ayuda o sistema de ayudas deben haber prestado servicio.

Su expresión es:

$$A = \frac{\text{Tiempo total de servicio} - \text{Tiempo total de fallo}}{\text{Tiempo total de servicio}}$$

### 10.3.5. CATEGORIZACIÓN DE LAS AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

La categorización de las ayudas a la navegación viene a ser un indicador de importancia de la señal dependiendo del tipo de tráficos y riesgos de la zona. Como orientación, se sigue esta clasificación básica:

#### CATAGORIA 1

Ayudas con alcance nominal igual o superior a 7 millas náuticas. Para estas señales el objetivo de disponibilidad deberá ser del 99.8%

#### CATAGORIA 2

Ayudas con alcance nominal entre 3 y 7 millas náuticas. Para estas señales el objetivo de disponibilidad deberá ser del 99.0%

#### CATAGORIA 3

Ayudas con alcance nominal menor de 3 millas náuticas. Para estas señales el objetivo de disponibilidad deberá ser del 97.0%.

Destacar, que esta clasificación se deberá modificar siempre que se considere conveniente para adecuarla a la realidad de la zona. Según esto, pueden existir señales de menos de 7 y de 3 mn. , que por ser de gran importancia para la navegación en una determinada zona, por ejemplo: una enfilación de entrada a un puerto, un sector, las señales de bocanas, etc.; entrarían dentro de una categoría superior, por lo general la categoría 1.

#### REFERENCIAS:

*Navguide 6º edición*

*Libro de Normas Técnicas 1986*

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

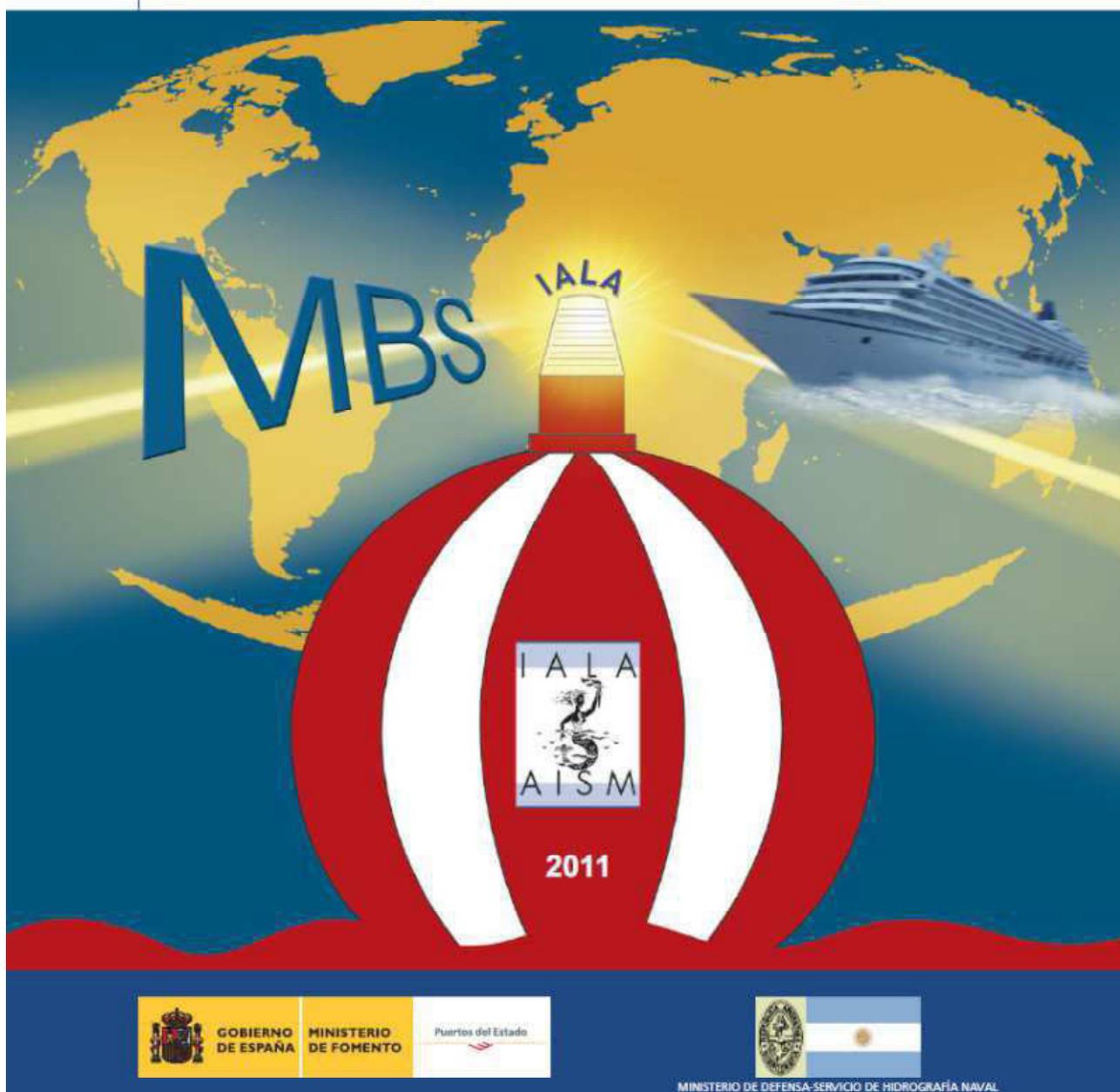
*Líneas Básicas para el Diseño de las Marcas Diurnas de las Ayudas Visuales a la Navegación Marítima 2010*

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

# IALA-AISM

## SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO

y otras Ayudas a la Navegación



## PRINCIPIOS GENERALES DEL SISTEMA

*La responsabilidad de la seguridad en la navegación recae en el navegante, a través del uso adecuado de las ayudas a la navegación junto con los documentos náuticos oficiales y una navegación prudente; que incluye la planificación de la travesía como se define en las Resoluciones de la OMI. Este folleto brinda a todos los usuarios una guía sobre el Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación.*

*El Sistema de Ayudas a la Navegación de la IALA/AISM está compuesto de dos partes: el Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación que comprenden dispositivos fijos y flotantes. Se trata principalmente de un sistema físico, sin embargo, todas las señales pueden complementarse con medios electrónicos.*

*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, como se describe más adelante, en tanto que los otros 5 tipos de señales son comunes a ambas regiones.*

*Estas señales se describen a continuación:*

### MARCAS LATERALES

En función de un "sentido convencional de balizamiento" las marcas laterales de la región A utilizan los colores rojo y verde (ref. sección 2.4), de día y de noche, para indicar los lados de babor y estribor respectivamente de un canal. En la región B (ref. sección 2.5) la disposición de los colores es a la inversa, rojo a estribor y verde a babor.

En el punto de bifurcación de un canal puede utilizarse una marca lateral modificada para indicar el canal principal, es decir, la ruta que el servicio de señales marítimas competente considera más apropiada para navegar.

### MARCAS CARDINALES

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. Este convenio es necesario incluso si, por ejemplo, hay aguas navegables no solamente en el cuadrante Norte de una marca cardinal Norte, sino también en los cuadrantes Este y Oeste.

El navegante sabe que al Norte de la marca está seguro pero debe consultar su carta si desea tener una información más completa.

Las marcas cardinales no tienen forma especial, normalmente son boyas de castillete o de espeque, están siempre pintadas con bandas horizontales amarillas y negras y su marca de tope característica,

formada por dos conos superpuestos, es de color negro.

Damos una regla nemotécnica para los colores de estas marcas:

La disposición de las bandas negras y amarillas puede recordarse fácilmente asociando la banda amarilla a las bases de los conos y la banda negra a sus vértices:

- **Norte:**  
Conos superpuestos con los vértices hacia arriba:  
Banda negra encima de banda amarilla;
- **Sur:**  
Conos superpuestos con los vértices hacia abajo:  
Banda negra debajo de banda amarilla;
- **Este:**  
Conos superpuestos opuestos por sus bases:  
banda amarilla entre dos bandas negras;
- **Oeste:**  
Conos superpuestos opuestos por sus vértices:  
Banda negra entre dos bandas amarillas.

A las luces de las marcas cardinales se asocia también un conjunto de ritmos de luces blancas. Fundamentalmente todos los ritmos son centelleantes distinguiendo entre "muy rápidos" (VQ) o "rápidos" (Q), según la cadencia del centelleo. En el "muy rápido" hay 100 ó 120 centelleos por minuto, mientras que en el "rápido" la cadencia es de 50 ó 60 centelleos por minuto.

Los ritmos empleados en las marcas cardinales son los siguientes:

- **Norte:**  
Centelleante continuo, muy rápido o rápido.
- **Este:**  
3 centelleos muy rápidos o rápidos seguidos de un periodo de oscuridad.
- **Sur:**  
6 centelleos muy rápidos o rápidos seguidos inmediatamente de un destello largo al que sigue un periodo de oscuridad.
- **Oeste:**  
9 centelleos muy rápidos o rápidos seguidos de un periodo de oscuridad.

El concepto de 3, 6 y 9 centelleos se recuerda muy fácilmente si se asocia a la esfera de un reloj; el destello largo definido como una aparición de luz de una duración mínima de 2 segundos, sirve solamente para evitar que los grupos de 3 ó 9 centelleos muy rápidos o rápidos se confundan con un grupo de 6 centelleos.

Se observará que hay otros 2 tipos de marcas que utilizan luces blancas, las de peligro aislado y las de aguas navegables, pero con unos ritmos característicos que no se confunden con el ritmo de centelleos muy rápidos o rápidos de las marcas cardinales.

## MARCAS DE PELIGRO AISLADO

La señal de Peligro Aislado se coloca sobre, o próxima, a un peligro rodeado por todas partes de aguas navegables. Como no puede especificarse el tamaño del peligro y la distancia a la que puede utilizarse con seguridad esta señal en cualquier circunstancia, el navegante deberá consultar la carta y las publicaciones náuticas. Las marcas de peligro aislado son negras, con una o más bandas anchas horizontales rojas. Su marca de tope está formada por dos esferas negras superpuestas y la luz es blanca con un ritmo de grupos de dos destellos, para distinguir las marcas de Peligro Aislado de las marcas Cardinales.

## MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES (AGUAS SEGURAS)

Estas marcas están también totalmente rodeadas de aguas navegables, pero no señalan ningún peligro. Pueden utilizarse, por ejemplo, como marcas de eje de un canal o como marcas de recalada.

Las marcas de aguas navegables tienen un aspecto muy distinto de las de las boyas que balizan un peligro. Son esféricas, o de castillete o espeque, con franjas verticales rojas y blancas, y su marca de tope es una esfera roja. Cuando están provistas de luz, esta tiene color blanco y su ritmo es isofase, de ocultaciones, destellos largos o el correspondiente a la letra Morse "A".

## MARCAS ESPECIALES

Las marcas especiales indican una zona o una configuración particular cuya naturaleza exacta está indicada en la carta u otro documento náutico. Por lo general no están destinadas a señalar canales u obstrucciones donde el SBM ofrece alternativas adecuadas:

Las marcas especiales son de color amarillo y pueden llevar una marca de tope en forma de X, y si tienen luz es amarilla. Para evitar la posibilidad de confundir el amarillo con el blanco cuando la visibilidad no es buena, los ritmos de las luces amarillas de las marcas especiales son distintos a los empleados en las luces blancas de las marcas cardinales.

La forma de las boyas de las marcas especiales no se prestará a confusión con la de otras marcas de ayudas a la navegación. Por ejemplo, una boya de una marca especial colocada a babor de un canal puede ser cilíndrica, pero no cónica. Para precisar mejor su significado las marcas especiales pueden llevar letras o cifras y también pueden incluir un pictograma para indicar su objetivo utilizando la simbología apropiada de la OHI.

## PELIGROS NUEVOS

Los "Peligros Nuevos" son peligros descubiertos recientemente –naturales o provocados por el hombre– que no están representados aún en los documentos náuticos ni en las cartas náuticas y, 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" (EWMB).

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.

La boya de Emergencia o Naufragio tiene rayas verticales azules y amarillas en igual número, con marca de tope amarilla en forma de cruz vertical/perpendicular, y presenta una luz alternativa azul y amarilla.

La señalización de un peligro nuevo puede incluir el uso de una baliza respondedora radar (RACON), codificada con el código Morse "D", u otro dispositivo de transmisión por radio como los Sistemas de Identificación Automática como Ayudas a la Navegación (SIAVAIS como ATON). La señalización de peligro nuevo puede retirarse cuando la autoridad competente considere que la información sobre el peligro nuevo ha sido suficientemente difundida o que el peligro ha desaparecido.

## OTRAS MARCAS

En Otras marcas se incluyen faros, balizas, luces de sectores, enfilaciones, grandes ayudas flotantes y marcas auxiliares. Estas ayudas visuales están destinadas a servir como ayudas para la navegación y como información a los navegantes, pero no están necesariamente relacionadas con límites de canales u obstrucciones.

- Faros, balizas y otras ayudas de alcances más pequeños, son ayudas fijas a la navegación que pueden presentar diferentes colores y/o ritmos sobre determinados arcos. Las balizas también pueden ser ciegas.
- Las luces de sectores presentan diferentes colores y/o ritmos sobre determinados arcos. El color de la luz proporciona al navegante información direccional.
- Las luces de enfilación permiten que los buques se guíen con precisión a lo largo de parte de una derrota en línea recta, por medio de la alineación de luces fijas (enfilaciones) o de marcas (marcas de enfilación); en algunos casos se puede utilizar una simple luz direccional.
- Las grandes ayudas flotantes incluyen buques faros, luces flotantes y grandes boyas de navegación destinadas a señalar los accesos desde mar abierto.
- Las marcas auxiliares son otras marcas utilizadas para ayudar a la navegación o proporcionar información. Incluyen ayudas que no tienen el significado de las marcas laterales que usualmente indican los canales definidos y que, por tanto, no indican las bandas de babor y estribor de la ruta a seguir. También incluyen las utilizadas para transmitir información para la seguridad de la navegación.
- Las señales de puerto también incluyen luces de diques, muelles/escolleras, señales de tráfico, señalización de puentes, y ayudas a la navegación de vías navegables interiores (descritas con más detalle en la sección 8.7).

# REGLAS

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Ámbito de aplicación

El Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación establece las reglas aplicables a todas las marcas fijas, flotantes y electrónicas destinadas a indicar:

- 1.1.1. Los límites laterales de los canales navegables.
- 1.1.2. Los peligros naturales y otros obstáculos como los naufragios.
- 1.1.3. Recalada, rumbo a seguir y otras zonas o configuraciones de importancia para el navegante.
- 1.1.4. Peligros nuevos.

### 1.2. Tipos de marcas

Una marca se define como aquella señal disponible para el navegante que le proporciona orientación para una navegación segura. El Sistema de Balizamiento Marítimo y otras Ayudas a la Navegación proporciona los siguientes tipos de marcas, que pueden utilizarse de forma combinada:

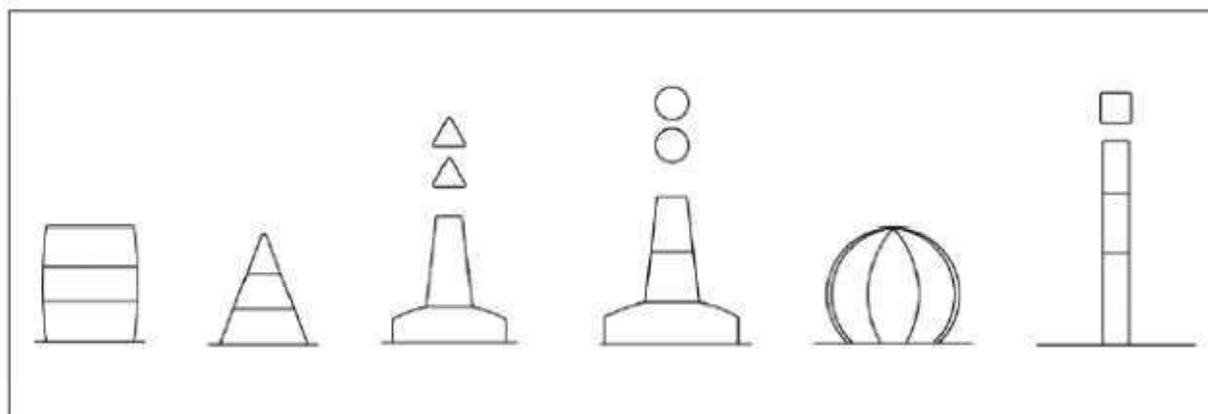
- 1.2.1. Marcas Laterales, utilizadas generalmente para canales bien definidos, asociadas a un sentido convencional del balizamiento. Estas marcas indican los lados de babor y estribor de la derrota que debe seguirse. En la bifurcación de un canal puede utilizarse una marca lateral modificada para indicar el canal principal. Las marcas laterales son distintas según se utilicen en una u otra de las regiones de balizamiento A y B, descritas en las secciones 2 y 8.

- 1.2.2. Marcas Cardinales, que se utilizan asociadas al compás del buque, para indicar al navegante donde están las aguas navegables.
- 1.2.3. Marcas de Peligro Aislado, para indicar peligros aislados de dimensiones limitadas enteramente rodeadas de aguas navegables.
- 1.2.4. Marcas de Aguas Navegables, para indicar que las aguas son navegables a su alrededor por ejemplo: marca de centro de canal.
- 1.2.5. Marcas Especiales, cuyo objetivo principal no es señalar canales u obstrucciones, sino indicar zonas o configuraciones a las que se hace referencia en las publicaciones náuticas.
- 1.2.6. Otras marcas, utilizadas para proporcionar información que sirva de ayuda a la navegación.

### 1.3. Método empleado para caracterizar las marcas.

El significado de una marca está determinado por una o más de las siguientes características:

- 1.3.1. De noche, color y ritmo de luz y/o mejora de la iluminación.
- 1.3.2. De día, color y forma, marca de tope, y/o luz (incluyendo color y ritmo).
- 1.3.3. Mediante simbología electrónica [digital]; por ej.; como complemento de señales físicas.
- 1.3.4. Mediante simbología electrónica [digital] exclusivamente.



## 2. MARCAS LATERALES

### 2.1. Definición del "sentido convencional del Balizamiento"

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

- 2.1.1. El sentido general que sigue el navegante que procede de alta mar, cuando se aproxima a un puerto, río, estuario o vía navegable, o
- 2.1.2. 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.

### 2.2. Regiones de Balizamiento

- 2.2.1. Existen dos Regiones Internacionales de Balizamiento, A y B, en las que las marcas laterales son distintas. Las actuales divisiones geográficas de estas dos regiones, pueden verse en el mapa del mundo que está en la página central de este folleto.

### 2.3. Reglas generales para las Marcas Laterales

#### 2.3.1. Color

El color de las marcas laterales debe cumplir lo dispuesto para las regiones del SBM de la IALA/AISM, tal como se especifica en las Secciones 2.4 y 2.5.

#### 2.3.2. Forma

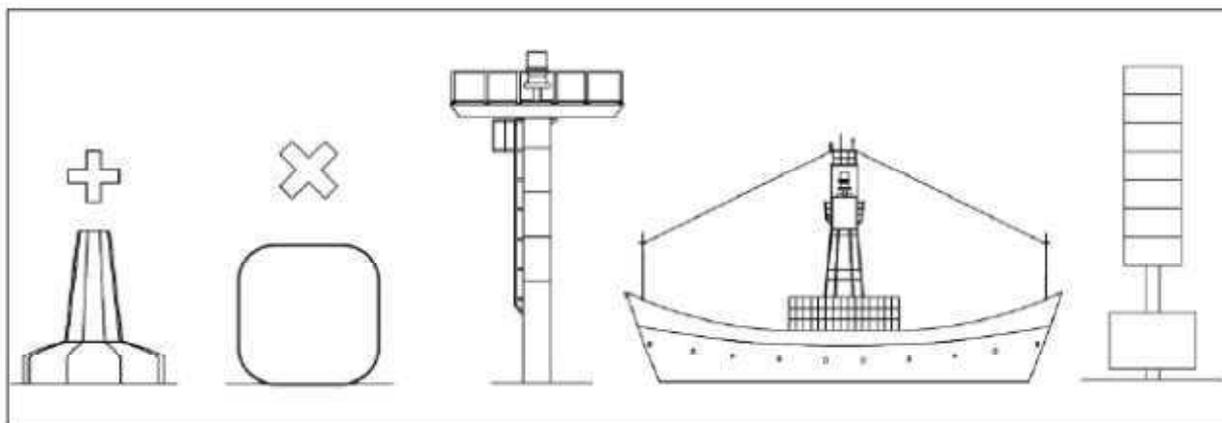
Las marcas laterales deberán tener forma cilíndrica o cónica. Sin embargo, cuando no puedan identificarse por la forma deberán estar provistas, siempre que sea posible, de la marca de tope adecuada:

#### 2.3.3. Ordenación numérica o alfabética

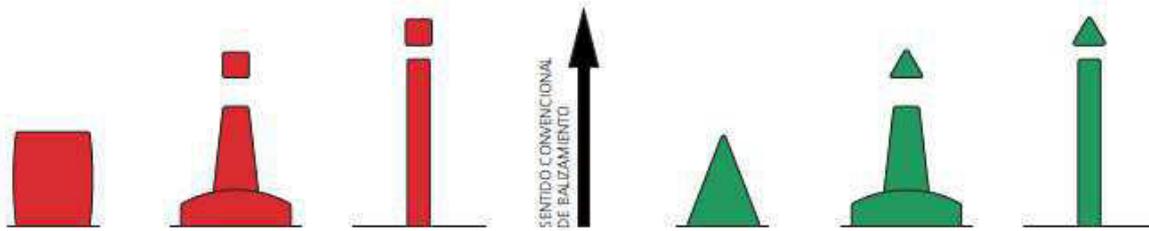
Si las marcas de las márgenes de un canal están ordenadas mediante números o letras, la sucesión numérica o alfabética seguirá el "sentido convencional del balizamiento, es decir, numeradas desde el mar. El protocolo para la numeración de las marcas laterales, especialmente en vías navegables confinadas deberá ser: números pares para las rojas, números impares para las verdes.

#### 2.3.4. Sincronización

Si se considera apropiado, se pueden utilizar luces sincronizadas (todas emiten destellos de manera simultánea), o luces secuenciadas (emiten destellos una tras otra), o una combinación de ambas.



## 2.4. Descripción de las Marcas Laterales de la región 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
Luz (si tiene)		
Color	Rojo	Verde
Ritmo	Cualquiera excepto el descrito en la sección 2.4.3.	Cualquiera excepto el descrito en la sección 2.4.3.

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



	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
Luz (si tiene)		
Color	Rojo	Verde
Ritmo	Grupos de (2+1) destello	Grupos de (2+1) destello

## 2.5. Descripción de Marcas Laterales de la Región B

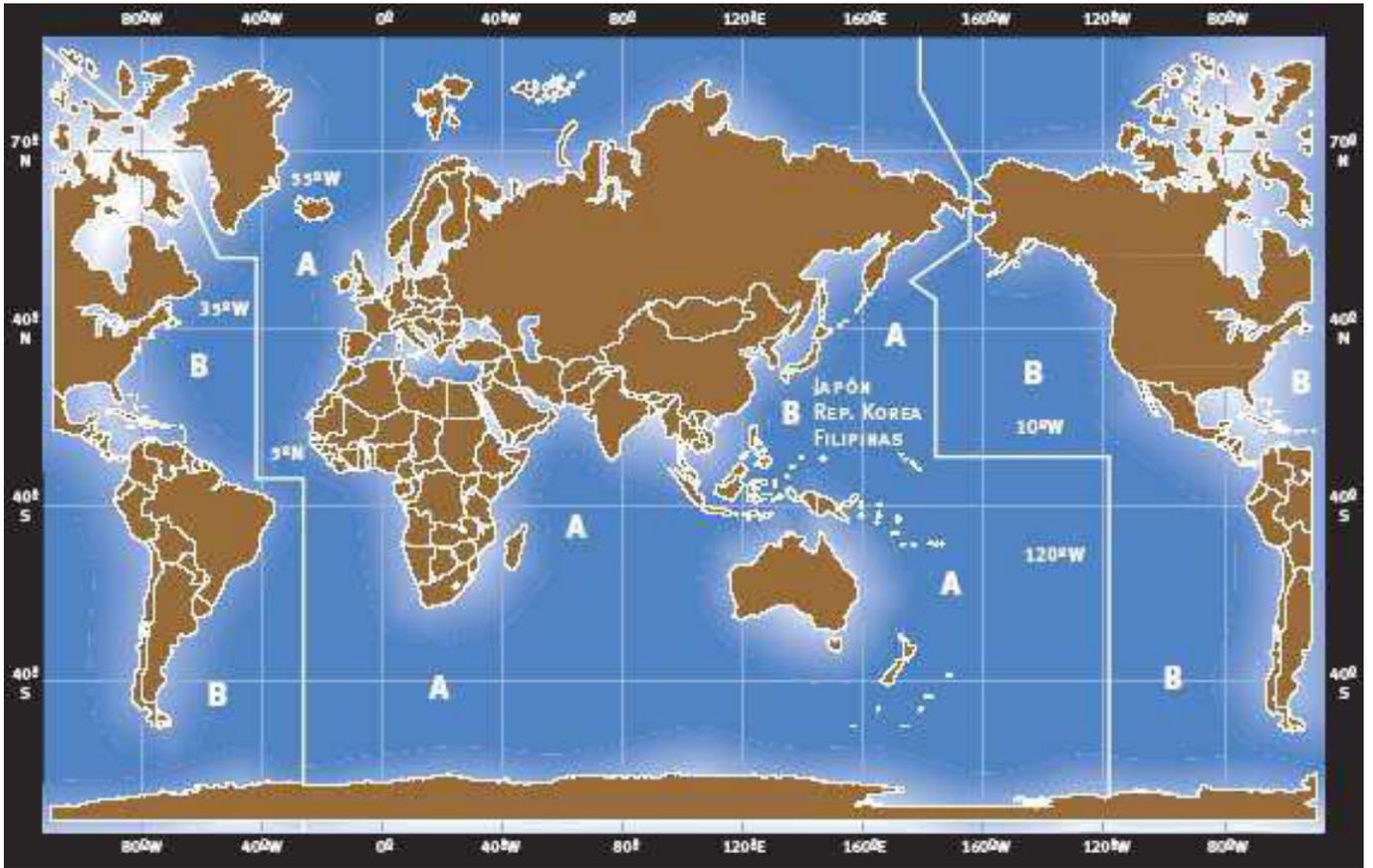


	2.5.1. Marcas de babor	2.5.2. Marcas de Estribor
Color	Verde	Rojo
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro verde	Un cono rojo con el vértice hacia arriba
Luz (si tiene)		
Color	Verde	Rojo
Ritmo	Cualquiera excepto el descrito en la sección 2.5.3.	Cualquiera excepto el descrito en la sección 2.5.3.

2.5.3. 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:



	2.5.3.1. Canal principal a estribor	2.5.3.2. Canal principal a babor
Color	Verde con una banda ancha horizontal roja	Rojo con una banda ancha horizontal verde
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro verde	Un cono rojo con el vértice hacia arriba
Luz (si tiene)		
Color	Verde	Rojo
Ritmo	Grupos de (2+1) destello	Grupos de (2+1) destello



Regiones del Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA

### 3. MARCAS CARDINALES

#### 3.1. Definición de los cuadrantes y de las Marcas Cardinales

Los cuatro cuadrantes (Norte, Este, Sur, Oeste) están limitados por las demoras verdaderas NW-NE, NE-SE, SE-SW, SW-NW, tomadas desde el punto que interesa balizar.

- 3.1.1. Una marca cardinal recibe el nombre del cuadrante en el que está colocada.
- 3.1.2. El nombre de una marca cardinal indica que se ha de pasar por el cuadrante correspondiente a ese nombre.
- 3.1.3. Las marcas cardinales y su uso, son las mismas para la Región A y la Región B.

#### 3.2. Utilización de las Marcas Cardinales

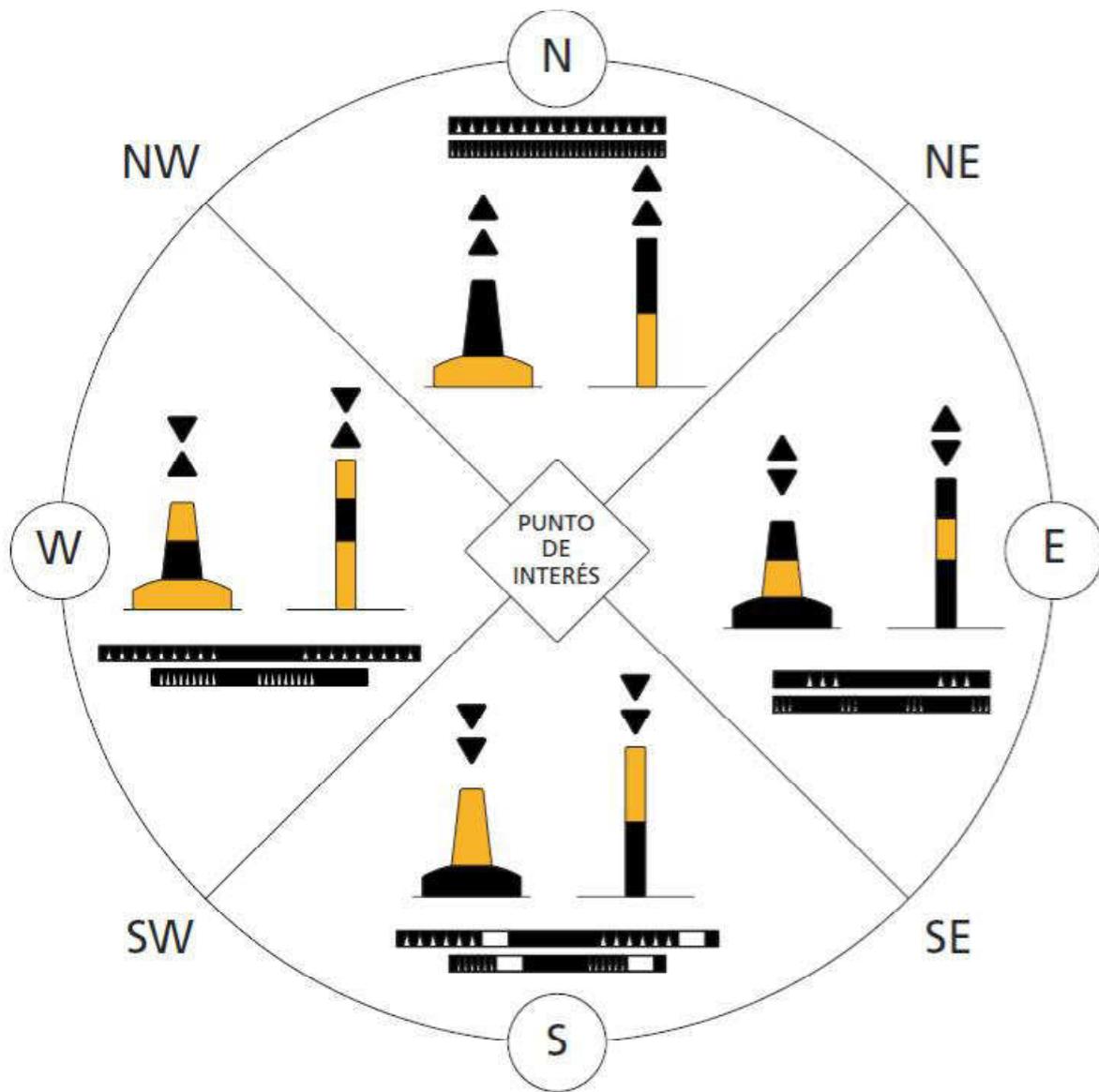
Una marca cardinal puede ser utilizada, por ejemplo:

- 3.2.1. Para indicar que las aguas más profundas en esa zona se encuentran en el cuadrante correspondiente al nombre de la marca.
- 3.2.2. Para indicar el lado por el que se ha de pasar para salvar un peligro.
- 3.2.3. Para llamar la atención sobre una configuración especial de un canal, tal como un recodo una confluencia, una bifurcación o el extremo de un bajo fondo..
- 3.2.4. Antes de establecer demasiadas marcas cardinales en un área o vía navegable, las autoridades competentes deberán analizarlo detenidamente ya que sus luces blancas pueden dar lugar a confusión con otras de características similares.

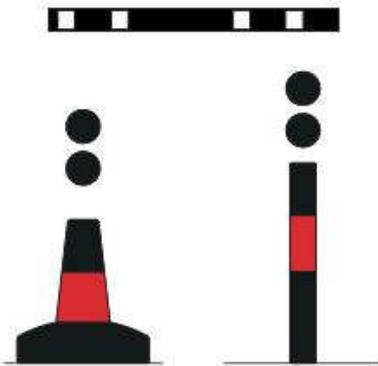
#### 3.3. Descripción de las Marcas Cardinales

	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
Luz (si tiene)		
Color	Blanco	Blanco
Ritmo	Centelleante rápido continuo VQ o centelleante continuo Q	Centelleante rápido de grupos de tres centelleos VQ-(3) cada 5 segundos o centelleante de grupos de 3 centelleos Q-(3) cada 10 segundos
	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
Luz (si tiene)		
Color	Blanco	Blanco
Ritmo	Centelleante, rápido, de grupos de 6 centelleos VQ (6) más un destello largo cada 10 segundos o centelleante de grupos de seis centelleos Q (6) más un destello largo cada 15 segundos.	Centelleante rápido de grupos de nueve centelleos VQ-(9) cada 10 segundos o centelleante de grupos de 9 centelleos Q-(9) cada 15 segundos

Nota <sup>(a)</sup>: La marca de tope, formada por dos conos superpuestos, es la característica diurna más importante de toda marca cardinal; deberá utilizarse siempre que se pueda y será del mayor tamaño posible con una clara separación entre los dos conos.



## 4. MARCAS DE PELIGRO AISLADO



### 4.1. Definición de las Marcas de Peligro Aislado

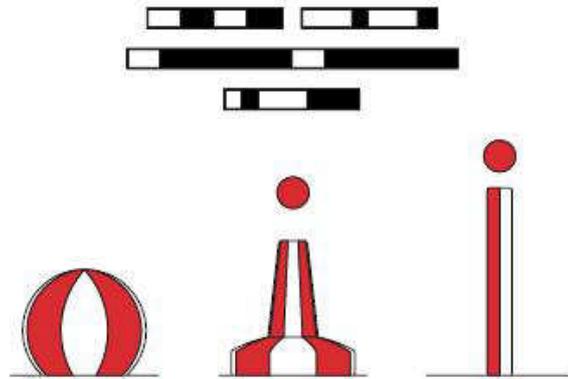
Una marca de peligro aislado es una marca colocada o fondeada sobre un peligro a cuyo alrededor las aguas son navegables.

### 4.2. Descripción de las Marcas de Peligro Aislado

	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
Luz (si tiene)	
Color	Blanco
Ritmo	Grupos de dos destellos GpD (2)

Nota <sup>(b)</sup>: La marca de tope, formada por dos esferas superpuestas, es la característica diurna más importante de toda marca de peligro aislado; deberá utilizarse siempre que se pueda y será del mayor tamaño posible, con una clara separación entre las dos esferas.

## 5. MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES (AGUAS SEGURAS)



### 5.1. Definición de las Marcas de Aguas Navegables

Las marcas de aguas navegables sirven para indicar que las aguas son navegables alrededor de la marca; incluyen las marcas que definen los ejes de los canales y las marcas de centro de canal. Estas marcas pueden utilizarse también para indicar la entrada de un canal, la aproximación a un puerto o estuario o un punto de recalada. El ritmo de la luz también puede utilizarse para indicar el mejor lugar de paso bajo un puente.

### 5.2. Descripción de las Marcas de Aguas Navegables

	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
Luz (si tiene)	
Color	Blanco
Ritmo	Isofase, de ocultaciones, un destello largo cada 10 segundos o la señal de Morse "A"

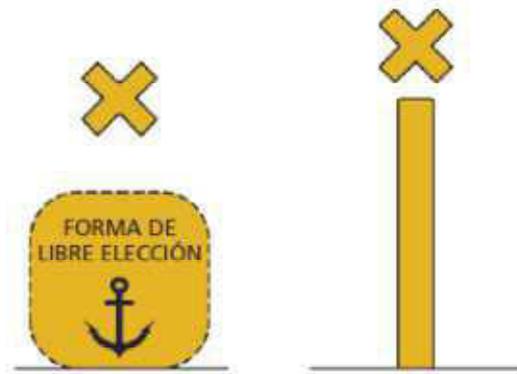
## 6. MARCAS ESPECIALES

### 6.1. Definición de Marcas Especiales

Estas marcas indican zonas o configuraciones especiales cuya naturaleza se visualiza al consultar la carta u otra publicación náutica. Por lo general no están destinadas a señalar canales u obstrucciones donde existen otras marcas más adecuadas para ello.

Algunos ejemplos de marcas especiales:

- 6.1.1. Marcas de un "Sistema de Adquisición de Datos Oceanográficos" (SADO)
- 6.1.2. Marcas de separación de tráfico donde el balizamiento convencional del canal puede prestarse a confusión
- 6.1.3. Marcas indicadoras de vertederos
- 6.1.4. Marcas indicadoras de zonas de ejercicios militares
- 6.1.5. Marcas para indicar la presencia de cables o conductos submarinos .
- 6.1.6. Marcas para indicar las zonas reservadas al recreo.
- 6.1.7. Marcas para indicar los límites de un área de fondeo
- 6.1.8. Marcas para indicar estructuras como instalaciones de energía renovable alejadas de la costa.
- 6.1.9. Marcas para indicar instalaciones de acuicultura.



### 6.2. Descripción de las Marcas Especiales

	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
Luz (si tiene)	
Color	Amarillo
Ritmo	Cualquiera excepto los mencionados en las secciones 3,4 y 5
Pictograma	Está autorizado el uso de pictogramas definidos por la autoridad competente

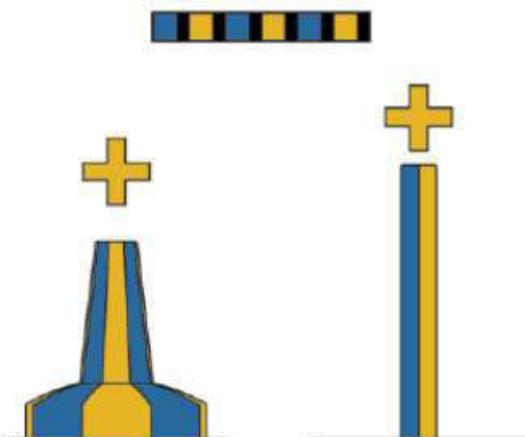
## 7. PELIGROS NUEVOS

### 7.1. Definición de Peligro Nuevo

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.

### 7.2. Señalización de Peligro Nuevo

- 7.2.1. Los peligros nuevos serán balizados utilizando marcas Laterales, Cardinales, de Peligro Aislado o mediante el uso de una boya de Emergencia o Naufragio. Si la autoridad considera que el riesgo para la navegación es especialmente elevado, deberá duplicarse al menos una de las señales.
- 7.2.2. Si se utiliza una marca lateral luminosa para este fin, la característica de la luz deberá ser VQ o Q.
- 7.2.3. Toda marca duplicada será idéntica a su pareja en todos sus aspectos.
- 7.2.4. Un peligro nuevo puede ser señalado por una baliza "racon" codificada con la letra Morse "D". [-.]
- 7.2.5. Además, puede ser señalado por otros medios electrónicos como los Sistemas de Identificación Automática como Ayudas a la Navegación (SIA/AIS como AtoN).
- 7.2.6. Un peligro nuevo puede señalizarse solamente con Ayudas a la Navegación virtuales o combinando éstas con las ayudas a la navegación físicas.
- 7.2.7. La marca de peligro nuevo puede retirarse cuando la autoridad competente considere que la información concerniente a este nuevo peligro ha sido suficientemente difundida o que el peligro ha desaparecido.



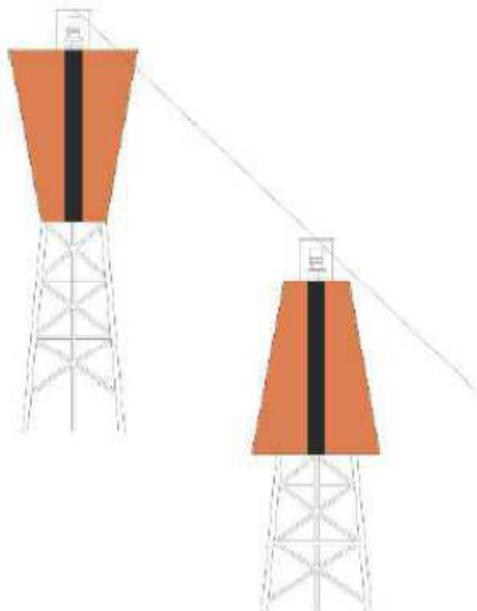
### 7.3. Descripción de las Boyas de emergencia o naufragio (nuevos peligros)

	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
Luz (si tiene)	
Color	Amarillo/azul alternativa
Ritmo	Luz azul 1 seg. y luz amarilla 1 seg., con 0,5 seg. de ocultación entre ambas



## 8. OTRAS MARCAS

### 8.1. Enfilaciones



#### 8.1.1. Definición de las Enfilaciones

Grupo de dos o más marcas o luces en el mismo plano vertical, a fin de que el navegante pueda seguir la línea de enfilación en la misma demora.

#### 8.1.2. Descripción de las Enfilaciones

Las estructuras de las enfilaciones pueden presentar cualquier color o forma que proporcione una marca fácilmente identificable que no pueda confundirse con otras estructuras adyacentes.

	Descripción
Color	El color no es significativo. La autoridad competente determinará los colores óptimos para que contrasten con el color de fondo dominante en el lugar
Forma	La forma no es significativa. Se recomiendan figuras rectangulares o triangulares
Luz (si tiene)	
Color	Cualquier color. La autoridad competente determinará el color óptimo para que contraste con el color de fondo dominante en el lugar
Ritmo	Cualquiera. Sin embargo, las luces fijas deberán utilizarse con moderación. El uso de la sincronización puede ayudar a distinguir las de la iluminación de fondo

### 8.2. Luces de Sectores



#### 8.2.1. Definición de Luces de Sectores

Una luz de sectores es una ayuda a la navegación fija que muestra una luz de diferentes colores y/o ritmos sobre determinados arcos. El color de la luz proporciona información direccional al navegante.

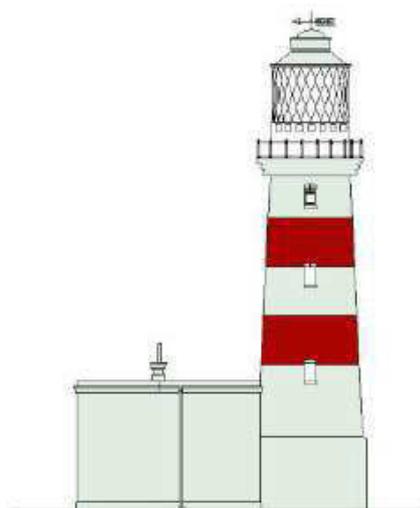
#### 8.2.2. Descripción de las Luces de Sectores

Una luz de sectores puede utilizarse para:

- Proporcionar información direccional en un canal de navegación;
- Indicar un punto crítico, una confluencia de canales, un peligro, u otra situación de importancia para la navegación;
- Proporcionar información sobre zonas de peligro que deben evitarse;
- En algunos casos puede utilizarse una única luz direccional.

	Descripción
Color	No aplicable
Forma	Ninguna. Solamente luz
Luz	
Color	Si se utilizan para señalar los límites de un canal, deben aplicarse las disposiciones de la región de la IALA indicadas en la sección 2. Las luces pueden tener límites oscilantes
Ritmo	El que corresponda

### 8.3. Faros



#### 8.3.1. Definición de Faro

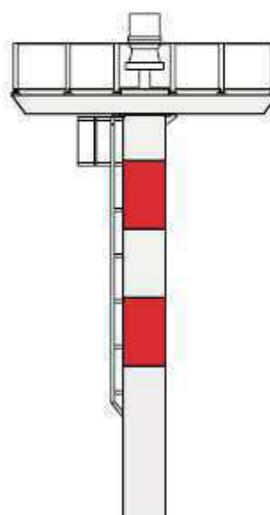
Un faro es una torre, edificio o estructura importante, levantada en una posición geográfica determinada, para servir de soporte a una señal luminosa y proporcionar una significativa marca diurna. El faro está dotado de una luz de medio o largo alcance para su identificación nocturna.

#### 8.3.2. Descripción de un Faro

Un faro puede servir también de plataforma para otras Ayudas a la Navegación como el DGNSS, un Racon o un AIS, para ayudar a la navegación marítima. Un faro es una estructura que constituye una marca diurna para su identificación durante el día. También puede incorporar una luz de sectores.

	Descripción
Color/forma	Las estructuras de los faros pueden presentar cualquier color, forma o material, y están generalmente diseñados para constituir una significativa marca diurna
Luz	
Color	Blanco, rojo o verde
Ritmo	Cualquier número de destellos, luz isofase o de ocultaciones son apropiados para permitir que la luz sea fácilmente identificable

### 8.4. Balizas



#### 8.4.1. Definición de Baliza

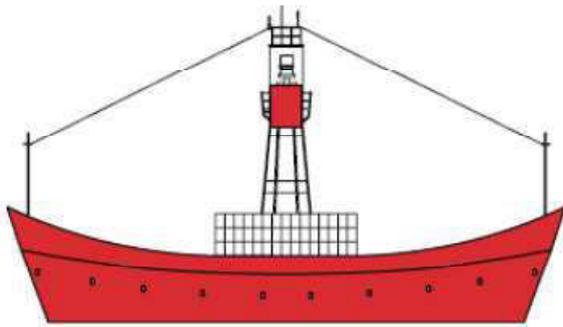
Marca fija de navegación, construida por el hombre, que puede reconocerse por su forma, color, diseño, marca de tope, característica de la luz, o por una combinación de todo ello.

#### 8.4.2. Descripción de una Baliza

- Puede incorporar una señal luminosa y en este caso se denomina baliza luminosa.
- Si no está equipada con una luz se denomina baliza ciega y sólo proporciona una marca diurna.
- Puede utilizarse como marca de enfilación o como marca visible en el radar.
- También puede estar dotada de marca de tope.

	Descripción
Color	Cualquiera
Forma	Según corresponda, incluyendo la de las marcas cardinales
Marca de tope (si tiene)	Según corresponda
Luz (si tiene)	
Color	Blanco, rojo o verde
Ritmo	Según corresponda

## 8.5. Grandes Ayudas Flotantes



### 8.5.1. Definición de las Grandes Ayudas Flotantes

Las grandes ayudas flotantes incluyen los buques-faro, luces flotantes y grandes boyas de navegación.

### 8.5.2. Descripción de las Grandes Ayudas Flotantes

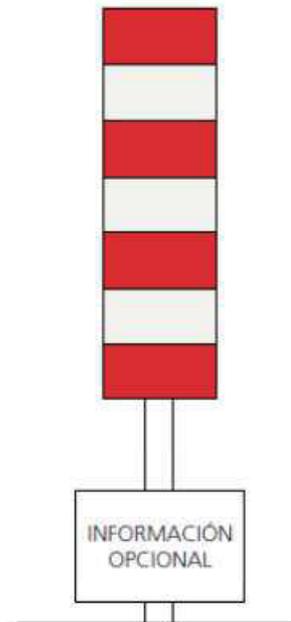
Estas ayudas se despliegan, por lo general, en lugares críticos y están destinadas a señalar los accesos desde alta mar donde existen áreas con elevada concentración de tráfico marítimo. Pueden servir de plataforma para otras Ayudas a la Navegación, como el Racon o el AIS (SIA/AIS como ATON), para ayudar a la navegación marítima.

	Descripción
Color	Según corresponda, predominantemente rojo
Forma	De boya o buque con una torre con luz
Luz (si tiene)	incluyendo luces externas a la estación
Color	Según corresponda
Ritmo	Según corresponda

## 8.7. Señales de puerto y aguas abrigadas

Los navegantes deberán tener cuidado y tomar en consideración cualquier disposición local sobre señalización que pueda existir que, con frecuencia, estará cubierta por Reglamentos o Leyes locales. Antes de transitar por un área por primera vez, los navegantes deberán cerciorarse de cuáles son las disposiciones locales sobre señalización.

## 8.6. Marcas Auxiliares



### 8.6.1. Definición de Marcas Auxiliares

Ayudas menores que no se han descrito en todo lo anterior.

### 8.6.2. Descripción de las Marcas Auxiliares

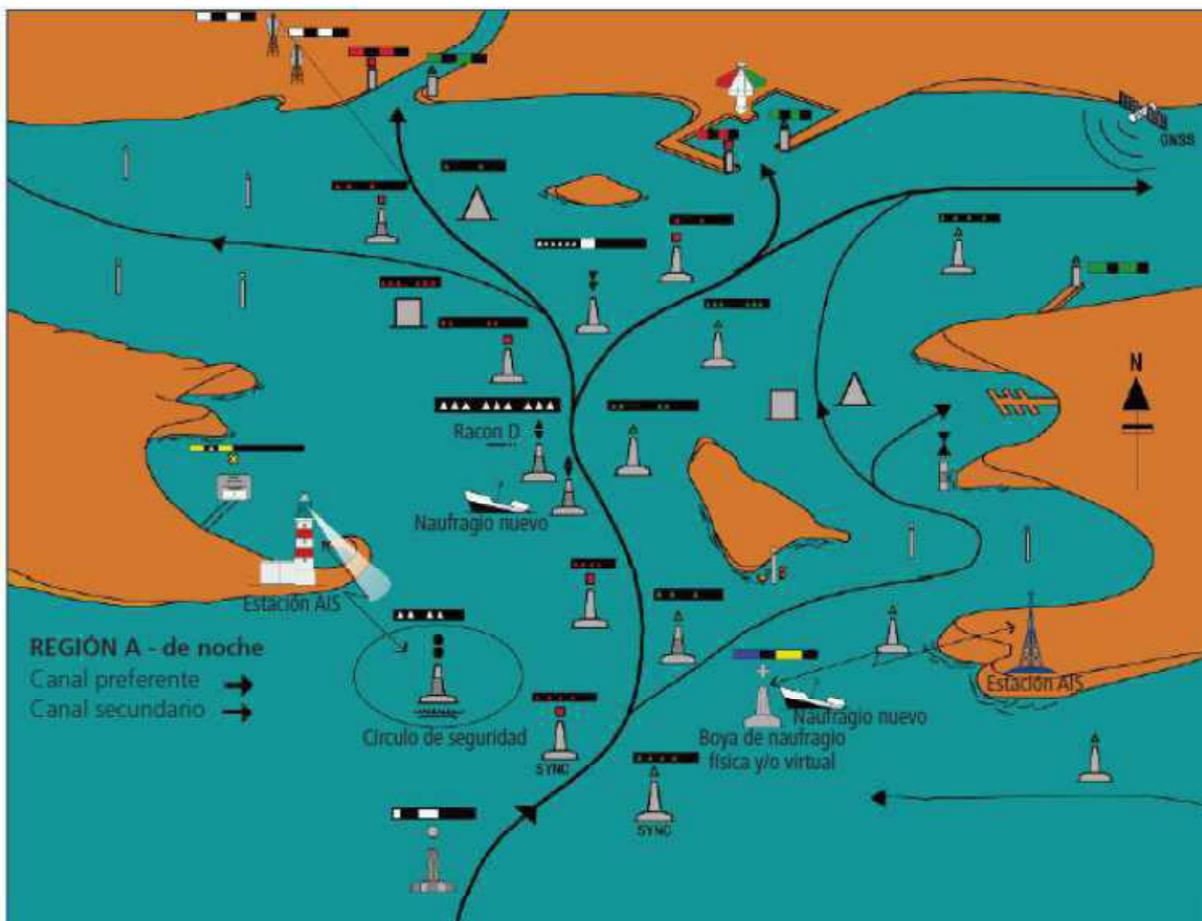
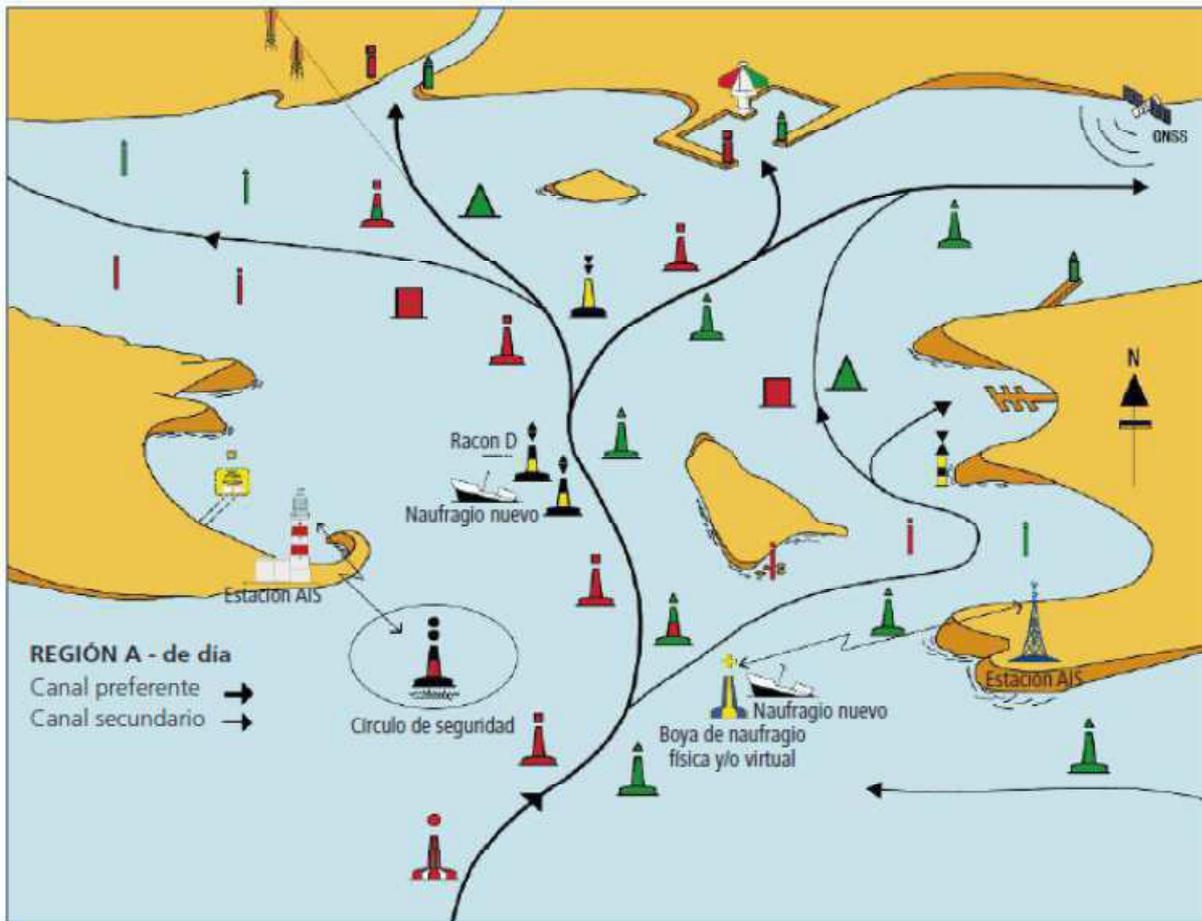
Estas marcas se encuentran generalmente fuera de los canales definidos y no indican el lado de babor o de estribor de la ruta a seguir ni las obstrucciones que deben evitarse. También incluyen las marcas utilizadas para transmitir información relacionada con la seguridad de la navegación. Estas marcas no deben entrar en conflicto con otras marcas de navegación y deberán divulgarse a través de los correspondientes documentos y cartas náuticas. En general no se utilizarán si existe una señal más adecuada dentro del SBM.

Las Ayudas locales a la Navegación pueden incluir, aunque no exclusivamente, la señalización de:

- Escolleras, muelles, malecones
  - Puentes y señales de tráfico
  - Zonas de recreo.
- y otros ríos, canales, esclusas y vías navegables señalizadas por las autoridades competentes dentro de sus responsabilidades.

## 9. RECOMENDACIONES Y DIRECTRICES DE LA IALA/AISM

Las Recomendaciones y Directrices de la IALA/AISM proporcionan información sobre la planificación, operación, gestión y puesta en funcionamiento de las señales autorizadas por el SBM y pueden encontrarse en el sitio web de la IALA/AISM: [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org).



## **ANEXO II Sistemas de referencia cartográfica, UTM, WGS 84, ED50, ETRS89**

La información habitualmente utilizada sobre puntos geográficos pueden venir dadas, en unos casos, en coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) (en metros), y en otros casos, en coordenadas Geográficas (en grados, minutos y segundos). Las coordenadas tanto UTM como Geográficas pueden estar definidas en base a Datum diferentes.

En su forma más simple un datum es un punto teórico inicial asumido o definido como origen desde el que se toman medidas. A diferencia de las proyecciones que se utilizan para trazar un mapa que defina la Tierra en una superficie plana, los Datum se utilizan para describir la forma real del planeta en términos matemáticos.

Esto se debe a que la superficie terrestre no es una esfera perfecta, sino un elipsoide. Un Datum, comprende, pues, un conjunto de datos geométricos, una serie de puntos en el terreno que lo materializa, (como son la red de vértices geodésicos), y un elipsoide como superficie de referencia donde se realizan los cálculos para definir las coordenadas de latitud y longitud.

Hasta la llegada de la navegación por satélite, las cartas náuticas se referían generalmente a los datums locales y nacionales. Ahora, el ampliamente usado sistema de posicionamiento global por satélite, utiliza un datum centrado en la tierra referido al sistema geodésico mundial 1984 (WGS-84) que se ha considerado que es la mejor solución para representar la superficie entera de la tierra.

Por otra parte, el Mapa Topográfico Nacional (MTN) que es la base para todos los mapas de España, utilizó el Datum de referencia ED50 (European Datum 1950) hasta el año 2008 en que fue sustituido por el ETRS89 (de European Terrestrial Reference System 1989), estableciéndose un periodo de adaptación hasta el 2015. El sistema ETRS89, a diferencia del WGS84 de aplicación universal, es un sistema ajustado a la Placa Europea. Las diferencias entre ambos sistemas en la determinación de puntos geográficos son de escasos centímetros.

Por lo tanto, en España, en la actualidad, podemos encontrar con estos tres sistemas, por lo que es necesario saber en cada momento en qué sistema estamos trabajando y poder traducir las coordenadas de un sistema a otro. Para más información se puede consultar la página web del IGN (Instituto Geográfico Nacional).