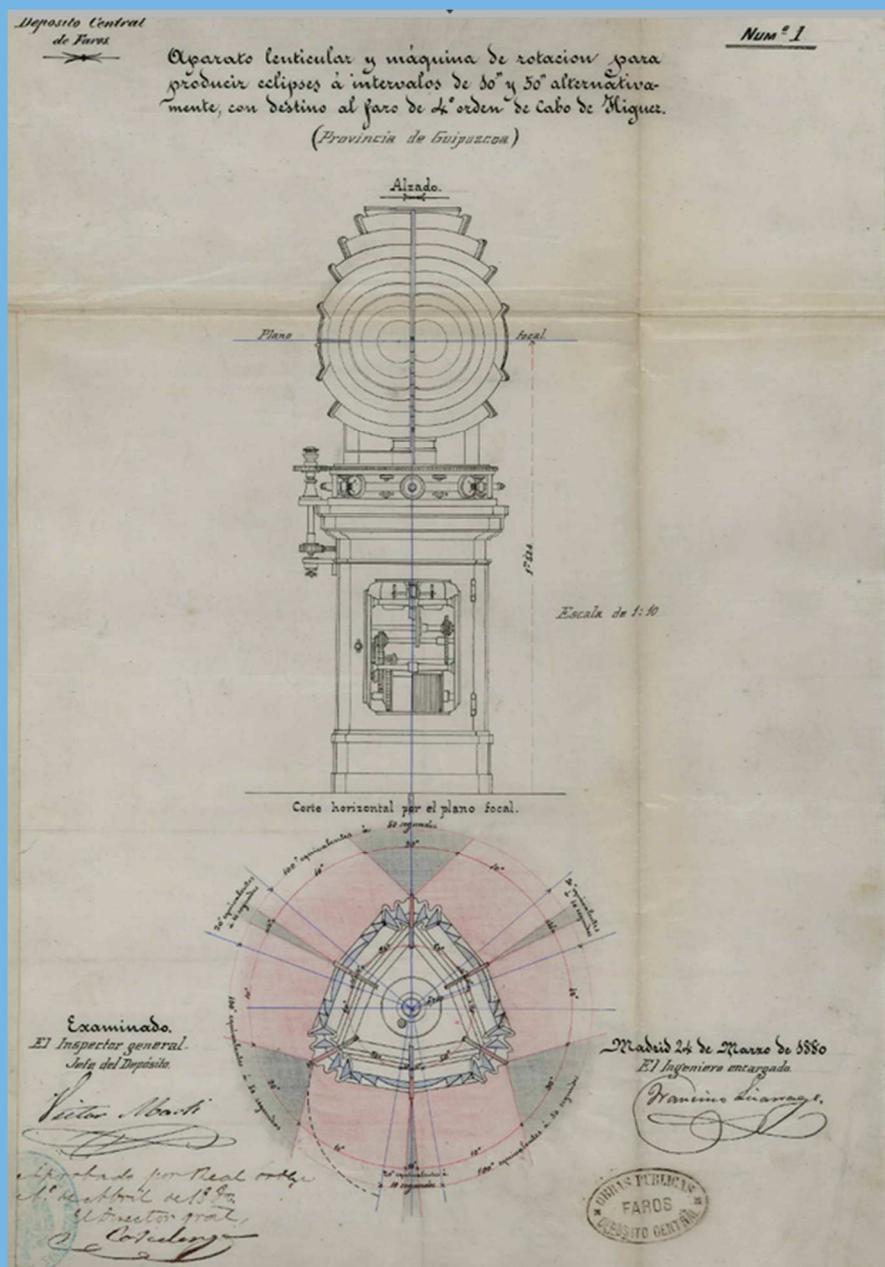


GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA



Puertos del Estado



MINISTERIO
DE FOMENTO

JUNIO-2017

INTRODUCCIÓN

Dada la peculiaridad de la organización del servicio de Ayudas a la Navegación en España y el tiempo transcurrido desde que se redactaron algunos de los documentos técnicos de referencia en este campo, como el Libro de Normas Técnicas 1967 y más recientemente el Libro de Normas Técnicas sobre Obras e Instalaciones de Ayudas a la Navegación de 1986 (MOPU) se ha considerado conveniente revisar los criterios utilizados hasta ahora y elaborar un nuevo documento que recoja los cambios y actualizaciones que se han producido en los últimos años, incorporando las nuevas normas, modelos de cálculo, etc., de una forma sencilla y práctica, de modo que sirva de Guía para la Elaboración de Proyectos de Ayudas a la Navegación Marítima. Igualmente puede ser el documento de referencia que sirva para la evaluación de los diferentes proyectos de balizamiento y que establezca los criterios a seguir en las inspecciones a terceros que realizan las autoridades portuarias.

Partiendo de unas fichas proporcionadas por Puertos del Estado, el trabajo ha consistido básicamente en el estudio y revisión de los documentos precedentes como el Libro de Normas Técnicas de 1986 y 1967, las diversas directrices y recomendaciones de Puertos del Estado, resoluciones de la comisión de faros y las últimas Guidelines y Recomendaciones de la IALA sobre esta materia, dando como resultado un documento formado por 34 fichas, agrupadas por temas, tal y como se especifica en el índice. En cada una de ellas se trata un parámetro diferente de la señal. La elección de este formato nos permitirá dotarnos de un documento abierto y flexible en el que se podrán realizar futuras modificaciones, actualizaciones o generar nuevas fichas, sin afectar al resto del documento, según aparezcan nuevas recomendaciones, normativa o tecnología sobre los diferentes temas.

Para llevar a cabo esta tarea de unificación de criterios se ha contado con el trabajo voluntario de los responsables y técnicos de Ayudas a la Navegación de 18 Autoridades Portuarias integrados en un grupo técnico de trabajo. Las fichas técnicas, como ya se ha dicho, se han agrupado por temas, repartiéndose las tareas entre diferentes grupos, liderados a su vez por coordinadores. (Véase la lista de participantes en los diversos grupos de trabajo)

Después de casi un año de trabajo, entre las principales novedades están el refuerzo de la importancia concedida a las marcas diurnas y la introducción del concepto de alcance luminoso en el diseño de las instalaciones.

Una vez que se comience a aplicar este documento, el cálculo de la intensidad luminosa mínima que deben proporcionar los equipos, se hará en base al alcance luminoso mínimo que debe dar la señal, teniendo en cuenta las condiciones del emplazamiento, (visibilidad atmosférica, luz de fondo, etc.) para cumplir unas prestaciones o nivel de servicio mínimo.

Para aplicar esto, a partir de ahora en las resoluciones de balizamiento, además del alcance nominal, que es el que se debe de comunicar y por tanto publicar en los documentos náuticos, también aparecerá el alcance luminoso mínimo, que por lo general tendrá un valor menor que el nominal, y será el que debe de tener la señal según el valor de la visibilidad reinante en la zona durante un porcentaje de días al año, obtenido a partir datos estadísticos proporcionados por la AEMET.

En cualquier caso, la intensidad luminosa de una señal no será inferior a la necesaria (tablas) para obtener el alcance nominal asignado en la resolución y nunca se utilizarán equipos con intensidades luminosas inferiores a las 15 candelas.

En lo que se refiere a la marca diurna, su distancia de reconocimiento, que seguirá apareciendo en las resoluciones ya no tendrá porque estar necesariamente relacionada con el alcance nominal, aunque en muchos casos casi siempre lo estará, sobre todo en los balizamientos portuarios. Como norma general quedará normalizada en tres valores: 0.5M, 1M y 1.5M, aunque se podrán asignar otros valores para casos especiales. El modelo de cálculo que se adopta es el de la Guía de la IALA Nº1094 sobre “*Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016*” y se establecen unas dimensiones mínimas que deberán tener las diferentes marcas diurnas en función de la distancia de reconocimiento asignada y su uso.

Una vez publicado el documento definitivo por Puertos del Estado, las nuevas disposiciones pasarán a aplicarse inmediatamente en las resoluciones o balizamientos provisionales que afecten a nuevas instalaciones.

Para el resto de balizamientos con resolución en vigor, el plazo para la adecuación a los nuevos criterios reflejados en este documento será tres años. Para ello, se deberán adaptar los equipos e instalaciones, de forma que tengan un alcance luminoso y distancia de reconocimiento mínimos, cuya relación con los valores que aparecen en la resolución vigente (sin revisar), será la que determina las siguientes tablas de conversión:

Alcance Nominal de la resolución vigente (M)	Alcance Luminoso mínimo según nuevo modelo de cálculo (M)
1	1
3	2.3
5	3.8
7	5.4
10	7.5

Alcance luminoso mínimo, en millas, según el alcance nominal de la resolución sin revisar.

Alcance Nominal de la resolución vigente (M)	Distancia de Reconocimiento mínima según nuevo criterio (M)
1	0.5
$\geq 3 \leq 5$ (excepto bocanas)	1
> 5 y bocanas	1.5

Distancia de reconocimiento mínima según el alcance nominal
de la resolución sin revisar

Para los faros y balizas destacadas de la Red Litoral, a efectos de inspección y hasta que no se revisen los alcances en una nueva resolución donde se establezcan los alcances luminosos mínimos de cada señal, se mantendrán los criterios utilizados hasta ahora (visibilidad meteorológica de 10M, factor de condiciones de servicio 0.75 y los 5 niveles de luz de fondo), según se establecía en el programa de cálculo del proyecto de estudio de ópticas del 2010, que se podrá utilizar.

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO:

AUTORIDAD PORTUARIA DE ALMERÍA:

Antonio Zea Gandolfo (*Coordinador de subgrupo Marcas Diurnas*)

AUTORIDAD PORTUARIA DE ALICANTE:

Pau Pons Frigols

AUTORIDAD PORTUARIA DE AVILÉS:

Orlando Garcia Sánchez

AUTORIDAD PORTUARIA DE BARCELONA:

Antonio Cebrian Gonzalez (*Coordinador de subgrupo Sistemas de Alimentación*)

Joaquín Alarcón del Arce

AUTORIDAD PORTUARIA DE BALEARES:

Jaime Arenas Bartolomé (*Coordinador de subgrupo Ayuda Luminosa*)

AUTORIDAD PORTUARIA DE BILBAO

Cristina García-Capelo Villalva

Igor Martín Calvo

AUTORIDAD PORTUARIA DE CARTAGENA

José Luis Gandolfo Petrel

AUTORIDAD PORTUARIA DE CASTELLÓN

Pedro Santamaría Bilbao

Fernando García Fallos

AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL- SAN CIBRAO

Ignacio Fernandez Fernandez

AUTORIDAD PORTUARIA GIJÓN

Juan Manuel Vidal de la Plaza

AUTORIDAD PORTUARIA DE LAS PALMAS

Nicolás Vega Goes

Vicente Belloch Cantero

AUTORIDAD PORTUARIA MARÍN Y RÍA DE PONTEVEDRA

Enrique Abati Gómez (*Coordinador de subgrupo Ayudas Flotantes*)

AUTORIDAD PORTUARIA DE MOTRIL

Cesar Morata Lopezsosa

AUTORIDAD PORTUARIA DE PASAJES

José Luis Núñez Bilbao (*Coordinador de subgrupo Otras Ayudas*)

Pablo Zimmermann Castro

AUTORIDAD PORTUARIA DE SANTANDER

Carlos Calvo Gómez

AUTORIDAD PORTUARIA DE SEVILLA

Septimio Andrés Domínguez

AUTORIDAD PORTUARIA DE TARRAGONA

Juan José Heredero Bermejo

AUTORIDAD PORTUARIA DE VALENCIA

José Ramón Baño Caballero

PUERTOS DEL ESTADO

José Carlos Díez Gonzalo (*Coordinación y Dirección del Proyecto*)

REVISIONES

Las revisiones a este documento, una vez realizadas, se anotarán en el siguiente cuadro antes de su difusión.

INDICE

SEÑAL DIURNA

FICHA Nº 1	COLOR
FICHA Nº 2	FORMA
FICHA Nº 3	DIMENSIONES
FICHA Nº 4	DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO
FICHA Nº 5	ALCANCE GEOGRÁFICO
FICHA Nº 6	MARCA DE TOPE - COLOR
FICHA Nº 7	MARCA DE TOPE - FORMA
FICHA Nº 8	MARCA DE TOPE - DIMENSIONES
FICHA Nº 9	SEÑALIZACION DE PUENTES
FICHA Nº 10	SEÑALIZACIÓN DE MUELLES, DUQUES DE ALBA, ETC.
FICHA Nº 11	ENFILACIONES
FICHA Nº 12	COLOR (LUZ DIURNA)
FICHA Nº 13	INTENSIDAD LUMINOSA (LUZ DIURNA)
FICHA Nº 14	DIVERGENCIAS (LUZ DIURNA)
FICHA Nº 15	TRÁFICO PORTUARIO (LUZ DIURNA)

SEÑAL NOCTURNA

FICHA Nº 16	COLOR
FICHA Nº 17	RITMO/CARACTERÍSTICA
FICHA Nº 18	INTENSIDAD LUMINOSA
FICHA Nº 19	ALCANCE GEOGRÁFICO
FICHA Nº 20	DIVERGENCIA HORIZONTAL
FICHA Nº 21	DIVERGENCIA VERTICAL
FICHA Nº 22	APANTALLAMIENTOS
FICHA Nº 23	SECTORES
FICHA Nº 24	LUZ DIRECCIONAL
FICHA Nº 25	ÁNGULO DE INCERTIDUMBRE

AYUDA FLOTANTE

FICHA Nº 26	BOYAS
FICHA Nº 27	BOYAS – TREN DE FONDEO

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

FICHA Nº 28	ALIMENTACIÓN PRINCIPAL
FICHA Nº 29	ALIMENTACIÓN DE RESERVA
FICHA Nº 30	CÁLCULO DE CONSUMOS
FICHA Nº 31	ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA
FICHA Nº 32	BALIZAS AUTOALIMENTADAS O AUTÓNOMAS
FICHA Nº 33	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

OTROS

FICHA Nº 34	ENFILACIONES
-------------	--------------

ANEXOS

SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO IALA-AISM

ACRONIMOS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AtoN	Aids to Navigation (Ayuda a la Navegación)
AISM	Association Internationale de Signalisation Maritime (Asociación Internacional de Señalización Marítima)
cd	Candela
CEVNI	Código Europeo de las Vías de Navegación Interiores
RAL	Código que define un color mediante un conjunto de dígitos
CTE	Código Técnico de la Edificación
T	Coeficiente de Transmisión atmosférica (Transmisividad)
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage (Comisión Internacional de Iluminación)
PEL	Aunque habitualmente usamos este nombre para referirnos a una PDL (Precision Direction Light) o luz direccional de sectores de precisión, en realidad es el nombre comercial dado por un fabricante a esta clase de luces.
FV	Fotovoltaico
HSP	Hora Solar Pico
IPxx	Ingress Protection. Código internacional que nos indica el grado de protección de un equipo, el primer dígito se refiere a la entrada de polvo y el segundo a líquidos
ITC	Instrucción Técnica Complementaria
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (Asociación Internacional de Ayudas a la Navegación y Autoridades de Faros)
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz)
LDR	<i>light-dependen resistor</i> Resistencia Dependiente de la Luz
lm	Lumen
lx	Lux
MBS	Maritime Bouyage System (Sistema de Balizamiento Marítimo)
M	Milla Náutica
MOPU	Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
PdE	Puertos del Estado
ROM	Recomendaciones para Obra Marítima
RBT ó REBT	Reglamento de Baja Tensión/Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

COLOR

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	Nº de RAL o coordenadas cromáticas
----------	----	----------------	---------------	------------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

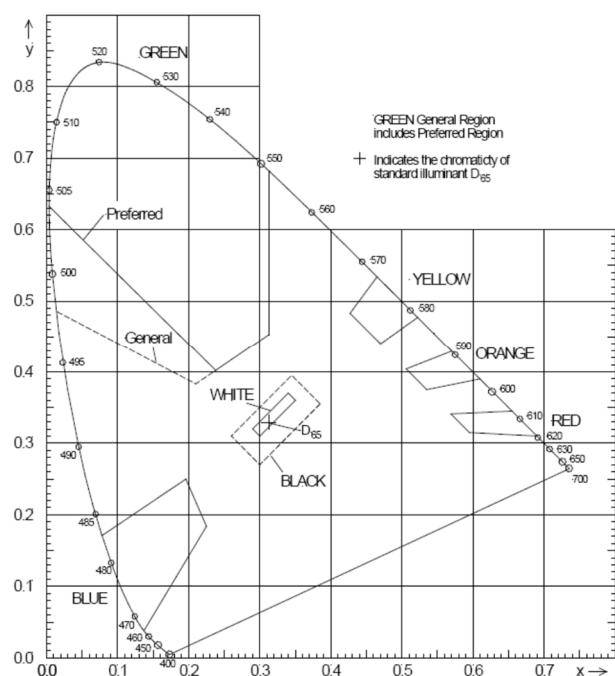
Guía aplicación MBS; Recomendación IALA E-108 y E-106; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010, Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

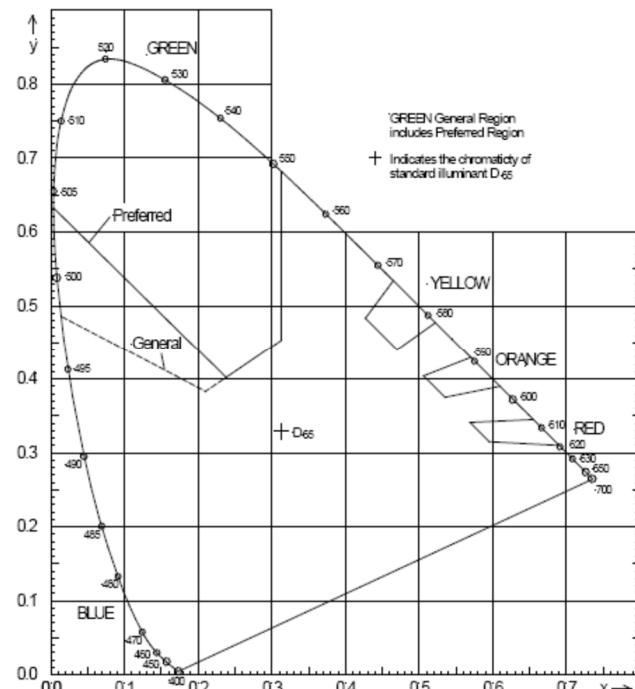
Nº de RAL o coordenadas cromáticas del color de las pinturas empleadas. Opcionalmente podrá aparecer: tipo de pintura a utilizar, proceso o técnica de aplicación, tipo de protección, etc.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

La recomendación E-108 de la IALA determina los colores que deben utilizarse en la superficie de 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. En el diagrama de abajo se representan las regiones cromáticas permitidas para su uso en las ayudas a la navegación marítima.



Zonas cromáticas permitidas para colores ordinarios



Zonas cromáticas para colores fluorescentes.

Ya que en el mercado los colores suelen identificarse por su número RAL, en esa misma recomendación y para facilitar la adquisición o fabricación de las pinturas, se dan los números RAL de algunos de los colores con los que se han obtenido los mejores resultados de visibilidad, en la mayoría de las situaciones, y que se recomienda utilizar.

Colores ordinarios recomendados por la IALA:

NÚMERO	NOMBRE
RAL 3028	Rojo Puro
RAL 6037	Verde Puro
RAL 1023	Amarillo Tráfico
RAL 2008	Rojo Claro Anaranjado
RAL 5019	Azul Capri
RAL 9016	Blanco Tráfico
RAL 9017	Negro Tráfico

Colores fluorescentes recomendados por la IALA:

NÚMERO	NOMBRE
RAL 3024	Rojo Luminoso
RAL 6038	Verde Luminoso

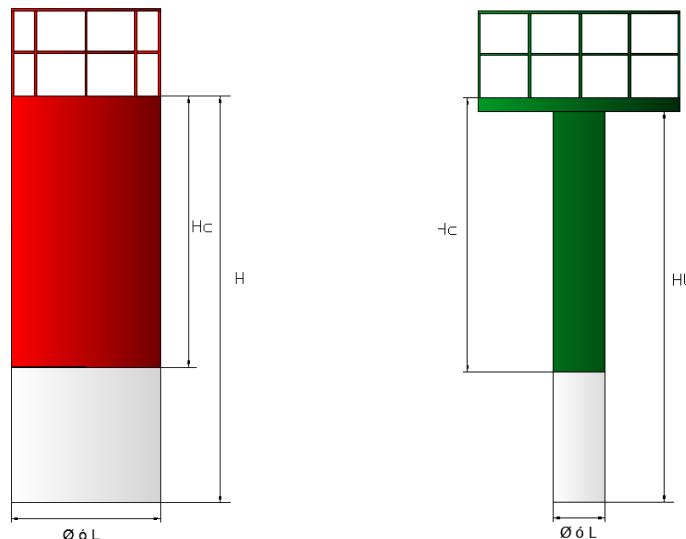
En condiciones normales, se recomienda utilizar los que aparecen en la tabla de colores ordinarios; no obstante, se pueden usar otros colores, siempre que estén dentro de las regiones cromáticas de la IALA, si con ello se mejora el contraste con el fondo. Hay que tener en cuenta que, según las condiciones del entorno, como el color del agua del mar, condiciones atmosféricas habituales, vegetación de la zona, etc., un mismo tono de color, puede ser más visible en un lugar que en otro. Otros RAL que se encuentran dentro de las coordenadas cromáticas son:

NÚMERO	NOMBRE
RAL 6024	Verde Tráfico
RAL 6038	Verde Brillante
RAL 1026	Amarillo Brillante
RAL 3020	Rojo Tráfico
RAL 3024	Rojo Brillante
RAL 2005	Naranja Brillante
RAL 5017	Azul Tráfico

En zonas difíciles, cuando sea necesario proporcionar un alto grado de conspicuidad y, sobre todo en zonas del norte, se PODRÁN usar colores fluorescentes. Los RAL de colores fluorescentes recomendados, para marcas laterales, son los siguientes:

- Rojo RAL 3024
- Verde RAL 6038

Para facilitar el reconocimiento del color, en las marcas laterales fijas, se pintará de blanco la parte inferior de la señal, aproximadamente 1/3, de esta forma se aumenta el contraste con el entorno.



Las marcas laterales formadas por bandas horizontales están permitidas, pero se deberá tener en cuenta, que la distancia de reconocimiento será la que proporcione la superficie de una sola banda, la mayor (si son de diferentes

tamaños); por ese motivo, para conseguir mayores distancias de reconocimiento, se recomienda no poner muchas bandas. La baliza de la imagen derecha tendrá mayor distancia de reconocimiento que la de la izquierda.



En señales en las que su mensaje esté formado por varias bandas horizontales de color, cardinales o laterales modificadas, como norma general, se recomienda no pintar una zona blanca para aprovechar toda la superficie de la marca con los colores que forman el mensaje, excepto cuando la superficie sea claramente inferior al resto de los colores que componen la marca, como ocurre en la señal de la fotografía izquierda, en la que la zona blanca es el soporte de la marca, en estos casos, se utilizará el color blanco o gris.

Cuando, por motivos constructivos, la superficie de la zona blanca resultante fuese igual al resto de los colores que forman la marca, como en el caso de la fotografía de la derecha, se recomienda no pintar esta zona de blanco, ya que desde lejos puede parecer otro color más del mensaje y crear confusión; en estos casos siempre, es preferible distribuir los colores que forman el mensaje de la marca utilizando todo el soporte o, si excepcionalmente se pintase, se pintaría con un color neutro (no contemplado en el MBS) como, por ejemplo, el gris claro y con diferente superficie de la del resto de colores.



Recomendado



No recomendado

Desvanecimiento del color

El desvanecimiento del color es el resultado del deterioro de los pigmentos, causado por la acción solar, humedad, abrasión, etc., cuando este deterioro se produce, la consecuencia inmediata es que las coordenadas cromáticas resultantes pueden quedar fuera de las regiones cromáticas recomendadas por la IALA.

La elección del tipo de pintura debe de hacerse para conseguir la máxima estabilidad del color; para lo cual, los prestadores del servicio deberán tenerlo en cuenta en la elección de las pinturas, así como las experiencias previas con diferentes productos. Cuando este deterioro sea prematuro, se deberá aumentar la frecuencia en el repintado de las marcas diurnas.

FORMA**SEÑAL DIURNA**

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	FORMA SEGÚN MBS
----------	----	----------------	---------------	-----------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APlicable:

Guía aplicación MBS; Recomendación IALA E-108 y E-106; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Croquis o Planos de la marca diurna (generalmente se suele usar como marca diurna el soporte de la luz)

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

En el Sistema de Balizamiento Marítimo de IALA el significado de la marca diurna está determinado por una o más de las siguientes características: color, forma y marca de tope. Para las ayudas flotantes, como norma general, se recomiendan las formas de castillete o espeque, aunque en algunas ayudas flotantes se admite la utilización de la "forma" específica de cada señal (cilindro para laterales de babor, cono para laterales de estribo y esfera para aguas naveables, etc.), lo que facilitará la identificación de estas marcas por el navegante, sobre todo en el caso de las marcas laterales. En cualquier caso, se evitará que la forma de la señal sea incompatible con el color (tipo de marca); esto quiere decir, por ejemplo, que no se podrá usar nunca una boyá cónica pintada de rojo, como marca lateral de babor.

En general, 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.

Consideraciones y recomendaciones a tener en cuenta en el diseño de estructuras:

- Se tendrá un especial cuidado en el tratamiento de las marcas diurnas de las señales de las bocanas de entrada a los puertos; su tamaño será el adecuado para proporcionar una distancia de reconocimiento apropiada al tamaño de los barcos a los que dará servicio (hay que tener en cuenta que estas señales también suelen ser utilizadas por la navegación general costera de la zona).
- Cuando la señal se componga de un poste/espeque para el soporte de los equipos luminosos, y éste sea la marca diurna, deberá tener suficiente diámetro (nunca menor de 300 mm), para que, una vez pintado con el color de la marca correspondiente, tenga la suficiente distancia de reconocimiento.
- La altura deberá tener un tamaño tal que, además de conseguir una distancia de reconocimiento adecuada, tenga suficiente alcance geográfico, considerando para el cálculo, la altura de la marca desde donde arranca la zona de color que forma la señal diurna, no la altura total de la estructura. También hay que tener en cuenta los obstáculos que puedan dificultar la visión de la marca, como: vehículos habitualmente aparcados delante de la señal, tráfico rodado, vegetación, embarcaciones, etc., que en la práctica reducirían el tamaño efectivo de la marca, y por tanto su distancia de reconocimiento.
- Cuando no sea posible conseguir suficiente diámetro en el poste o espeque, se adosará a éste un tablero o tableros "aletas" que, a cierta distancia, se asemejen a un cuerpo sólido. También se pueden diseñar las estructuras que soportan los equipos, barandillas y/o quitamiedos, formados por láminas o paneles, de tal forma que aumenten la superficie visible.

- Cuando la señal vaya a ser utilizada desde una sola dirección (como en el caso de las enfilaciones), puede ser suficiente la instalación de paneles; pero cuando va a ser observada desde cualquier dirección, la superficie de la marca, debe presentar el mismo tamaño en todas las demoras.
- En las estructuras de celosía o castilletes de boyas en las que los perfiles sean de pequeña sección y no se pueda conseguir suficiente superficie de color, se adosarán láminas rectangulares u otros dispositivos con el color específico de la señal, de modo que, a una determinada distancia, se vea con el aspecto de un cuerpo sólido.
- En las estructuras de paneles con grandes superficies hay que tener en cuenta la fuerza del viento. Para reducir la resistencia se pueden construir paneles formados con láminas separadas entre ellas. Como norma general, la superficie de las láminas será mucho mayor que la de los huecos.



No se debe utilizar chapa perforada o mallas, este tipo de material, debido a que la superficie ocupada por los “huecos” es grande frente a la superficie sólida, cuando se observa a distancia el color se ve más claro, provocando que quede fuera de las regiones cromáticas recomendadas por la IALA.

En caso de que la superficie necesaria de los paneles sea muy grande, se optará por luces diurnas.

- En los últimos años, existe una tendencia a sustituir las enfilaciones tradicionales por luces direccionales que prestan servicio diurno. En este tipo de señales, cuando sea posible y, aunque se use la luz durante el día, se recomienda mantener las marcas diurnas de la antigua enfilación, anterior y posterior. Cuando esto no sea posible, la marca diurna donde está instalada la luz direccional, tendrá unas dimensiones suficientes para que el navegante identifique fácilmente durante el día, el lugar donde está la luz.
- Según la Guideline 1023 de la IALA para el diseño de enfilaciones, los paneles rectangulares llevarán pintada en el centro una franja blanca o de otro color que ofrezca suficiente contraste, para facilitar la alineación de las dos marcas.
- No existe una norma específica que defina los colores de los tableros de las enfilaciones, pero habrá que conseguir que éstos ofrezcan el mayor contraste posible sobre el fondo. Los dibujos de dameros y de muchas franjas o bandas no son recomendables, ya que se reduce la superficie individual de cada color y por tanto su distancia de reconocimiento. Se recomienda inclinar la parte superior del panel 4º ó 5º para evitar que las deposiciones de las aves caigan sobre la superficie del panel; esta práctica también es extensible, cuando sea posible, a otros tipos de señales diurnas.

- Para las marcas dotadas de varios colores se hará el cálculo tomando cada color de forma individual, siendo la distancia de reconocimiento la de la superficie del color más restrictivo; esto implica que la superficie de las marcas con varios colores (cardinales, laterales modificadas, etc.) deberá ser mayor para una misma distancia de reconocimiento.
- Cuando el mensaje esté formado por varios colores, se procurará que las superficies visibles de cada color tengan tamaños similares, según las proporciones recomendadas; debido a esto, como norma general y, sobre todo, en las marcas cardinales Este, Oeste y Laterales Modificadas, se procurará no utilizar los flotadores de las boyas como parte del mensaje; los colores que forman el mensaje deberán ir preferentemente pintados solamente sobre el castillete o espeque; si se utilizase el flotador como parte del mensaje, la superficie pintada de éste (parte emergida), deberá tener un tamaño similar a las demás superficies que componen el mensaje.



En el caso de boyas en el que se hayan instalado aletas u otros elementos, con una anchura similar al diámetro del flotador se podrá utilizar éste como parte del mensaje, al igual que en los demás casos, (las que tienen solo un color o franjas verticales, como las marcas laterales, especiales, aguas navegables y de naufragio).

DIMENSIONES

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Plano o Croquis	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	-----------------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010.

APARECERÁ EN PROYECTO:

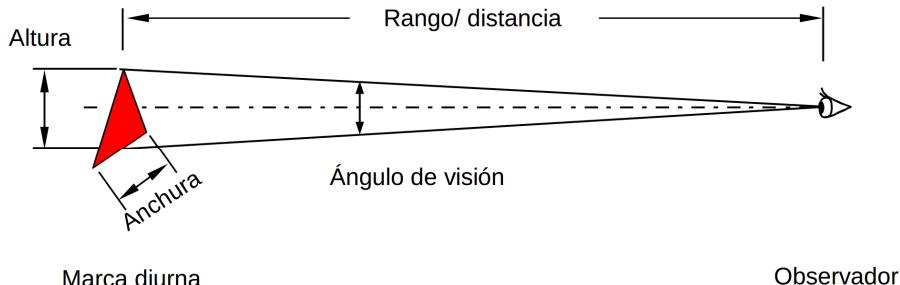
Dimensiones de la marca diurna. Cuando está sea la estructura soporte de la luz, aparecerán además del plano con las cotas de la estructura, las dimensiones de la superficie útil utilizada como marca (superficie de color).

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

En el caso de las marcas diurnas no existe una definición exacta del alcance, como en el caso de las luces (Ley de Allard)

El alcance de una marca diurna está directamente relacionado con su superficie visible.

El alcance de una marca diurna depende del ángulo mínimo de observación útil de la misma; para una marca diurna concreta, este ángulo mínimo α_{\min} dependerá de las condiciones de observación: atmósfera, posición del sol en relación al observador, contraste con el fondo, etc.



El ángulo de observación (α) de la marca diurna se puede calcular por:

α [radián] \approx altura / distancia (para el ángulo vertical);

α [radián] \approx anchura / distancia (para el ángulo horizontal).

Mediante estas fórmulas, se puede demostrar que el alcance de una marca diurna depende del ángulo mínimo de observación útil α_{\min} asignado a la misma:

- Alcance \approx (dimensión lateral) / α_{\min} [radián];
- Dimensión lateral: altura o ancho.

Para **reconocer** una forma sencilla (ver proceso de identificación de una señal marítima ficha 04), el ángulo de observación tiene que ser mayor de 1' (resolución del ojo). En diferentes trabajos de campo se ha obtenido que una forma simple (cuadrado, triángulo, etc.) se puede **identificar** (condiciones normales de observación), si entre ésta y el observador existe un ángulo de 3' ó 0.05°.

Como regla general, la proyección de una forma sencilla debe aparecer a una amplitud angular de aproximadamente 3' (= 0,873 mrad) para que se pueda identificar. Por razones de seguridad, puede aumentarse dicho valor.

Como en la mayor parte de las ocasiones, la superficie o silueta de la marca diurna será la del soporte de la señal, y ésta no será la de una forma simple (cuadrado, círculo, etc.), una buena aproximación para calcular la **distancia de reconocimiento** de una marca diurna es el método descrito en la Guía de la IALA nº1094. Para calcular las dimensiones de una marca diurna, para una distancia de reconocimiento dada, se utilizará la convención de 3' para el ángulo de visión vertical y 1' para el ángulo de visión horizontal.

- Altura = distancia de reconocimiento (en metros) x tan (3')
- Ancho = distancia de reconocimiento (en metros) x tan (1')

Los valores obtenidos con este método serán los mínimos exigidos, aunque se recomienda aumentar estas dimensiones. Hay que tener en cuenta que esos son los valores mínimos de percepción bajo condiciones favorables de observación, por lo que es posible que en algunas ocasiones estos valores resultantes no sean suficientes.

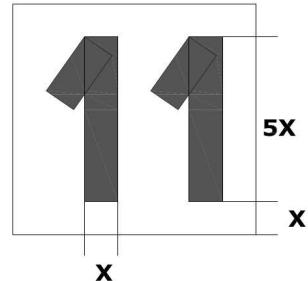
Números o Letras

Para saber la distancia a la que se identificará un mensaje formado por números o letras, se multiplicará por 500 la altura del carácter, siendo el grosor de éste 1/5 de su altura.

Los colores deberán tener el suficiente contraste para que se distingan a distancia: negro sobre blanco, blanco sobre azul oscuro, etc. Los márgenes tendrán suficiente amplitud para que el número no se confunda con el resto de la marca.

La colocación del número de boyo en los canales de acceso es obligatoria, será par para las rojas e impar para las verdes.

La colocación del número nacional de señal (Libro de Faros) es opcional.



EJEMPLO:

Marcas diurnas fijas para el acceso al puerto con un alcance de marca diurna de 1.5 M

Altura mínima del observador sobre el nivel del mar: 1 m

Paso 1:

Se dimensiona la marca diurna para cumplir la convención de 3' vertical y 1' horizontal:

$$\text{Alto} = 1,5 \times 1852 \text{ m} \times \tan(3') \approx 2,42 \text{ m}$$

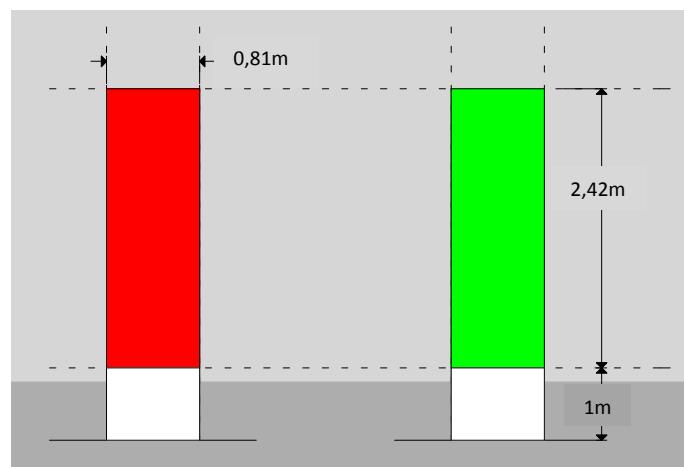
$$\text{Ancho} = 1,5 \times 1852 \text{ m} \times \tan(1') \approx 0,81 \text{ m}$$

La marca diurna debe ser visible desde un sector de aprox. 180º fuera del puerto. El alcance geográfico no es significativo por tratarse de una distancia relativamente corta

Paso 2:

Rojo o verde ordinario, pintados sobre la estructura.

Para aumentar la conspicuidad, se pinta de blanco la parte inferior del espeque. Se elige una estructura cilíndrica de al menos 3.24 m y un diámetro de al menos 0.81 m.



DISTANCIA DE RECONOCIMIENTO

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SI	VALOR OBTENIDO	Millas náuticas	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	-----------------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APlicable:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Distancia de reconocimiento calculada.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El proceso de identificación de una señal marítima pasa por tres fases de percepción diferentes en función de la distancia:

Detección:	El observador se da cuenta de que hay un objeto. El navegante ve un objeto, pero normalmente no podrá deducir su forma y color ni sabrá qué tipo de señal es.
Reconocimiento:	El observador se da cuenta de que dicho objeto es una ayuda a la navegación.
Identificación:	El observador se da cuenta de qué tipo de ayuda a la navegación es el objeto. A esta distancia, el navegante puede discernir perfectamente qué tipo de marca es.

El alcance de una señal diurna es la distancia máxima a la que se puede observar en función de un grado de percepción concreto. Debido a los diferentes grados de percepción, el alcance de una señal diurna no tiene una definición exacta.

En el mejor de los casos, se definirá el alcance para cuando una marca diurna se identifique (distancia de identificación), aunque en la mayoría de los casos, es aceptable el alcance de las marcas diurnas en base al **reconocimiento** (distancia de reconocimiento) y es el que normalmente se utilizará para dimensionar el tamaño **mínimo** de las marcas diurnas. Nunca debe utilizarse la distancia de detección.

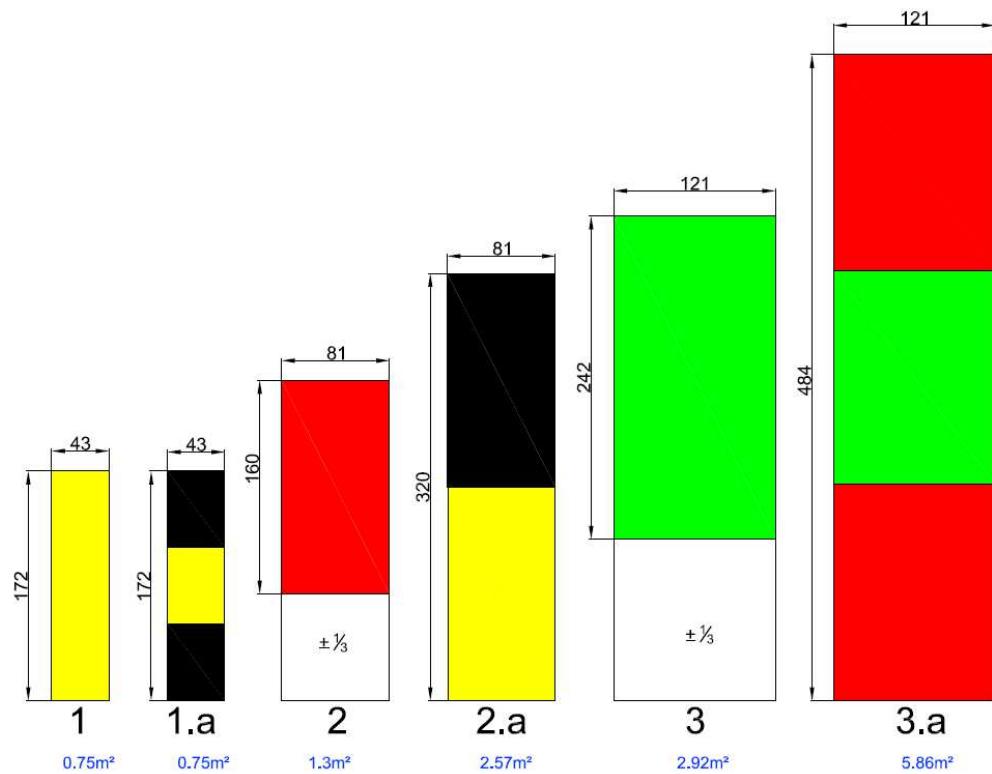
El cálculo teórico de la **distancia de reconocimiento** de una marca diurna es un asunto muy complejo ya que intervienen muchos factores y cada uno de ellos con múltiples variables, que hacen que la distancia de reconocimiento de una misma señal fluctúe mucho según las condiciones ambientales, posición del sol con respecto a la señal, etc.

Se define la **distancia de reconocimiento** como aquella a la que una señal debe de ser avistada por el navegante de forma que, en unas determinadas condiciones del entorno, tenga suficiente tiempo de maniobra para dar un reviro completo. Según diferentes fuentes, se considera esta distancia entre 5 y 10 veces la eslora según el tipo de buque; teniendo en cuenta este dato, se ha considerado tomar como referencia un valor mínimo de 7 veces la eslora del buque que utilice la señal; por lo que, preferentemente, las señales diurnas se diseñarán para que alcancen una distancia de reconocimiento de al menos 7 veces la eslora de los buques que habitualmente naveguen por la zona.

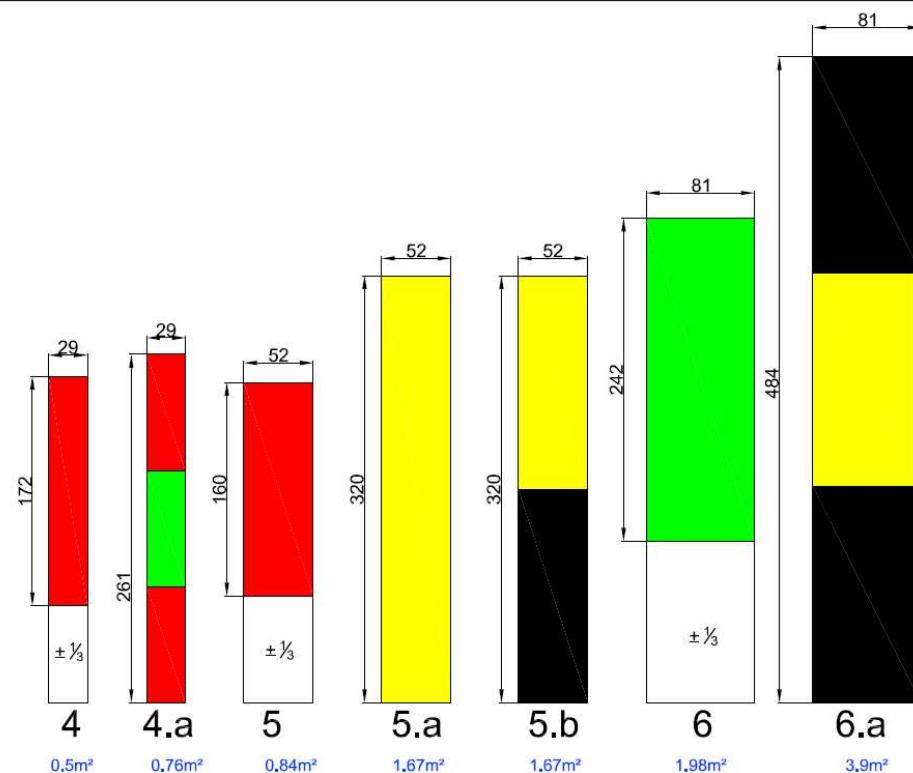
La distancia de reconocimiento exigible a la señal vendrá dictada en la resolución. Como norma general se exigirán los tamaños mínimos según las distancias de reconocimiento asignadas que se describen en las tablas 1 y 2 y están deducidos del modelo de cálculo de la ficha 3, aunque se recomienda aumentar estas superficies. En algunos casos se ha aumentado la superficie resultante del cálculo por motivos constructivos, por ejemplo, la altura para elevar el plano focal (muy importante en boyas) o introduciendo un coeficiente de mayoración para aumentar el ángulo de visión del ancho a 1.5'.

USO	Distancia de reconocimiento asignada	TIPO	CARACTERÍSTICAS	Figura Tabla 2	Ancho ángulo
Señales fijas relevantes: Bocanas, Red Litoral, Balizas destacadas, etc.	1.5 M	Bocanas	Puertos de interés general	3	1.5'
		Balizas destacadas	Red Litoral	3	
		Balizas destacadas	Si tienen varios colores se duplica el alto y se distribuyen los colores con la misma superficie	3.a	
	1.5 M ó 1 M	Laterales, Especiales	Cuando estas señales deban ser vistas desde fuera de los diques en instalaciones portuarias. Zona inferior blanca en laterales (mín. 1/3 de la zona de color)	3 ó 2	
Ayudas flotantes	0.5M	Cardinales, Peligro aislado	Si tienen varios colores se duplica el alto y se distribuyen los colores con la misma superficie	2.a	1'
		Bocanas	Otros puertos menores (Pesqueros, deportivos, etc.)	6	
	1 M	Lateral, Especial, Recalada y Naufragio	Con el objeto de ganar elevación del plano focal, se duplicará la altura (en algunos balizamientos de obras o aguas confinadas se podrá omitir esta regla).	1	1'
		Bifurcación, P. Aislado, Cardinales	Cuando tienen varios colores se duplica el alto, quedaría igual que la anterior.	1.a	
Señales fijas interior puerto	1.5	Lateral, Recalada Especial y Naufragio	Con el objeto de ganar elevación del plano focal, se duplicará la altura.	5.a	
		Cardinales, P. Aislado, Bifurcación	Cuando tienen varios colores se duplica el alto, quedaría igual que la anterior.	5.b	
	0.5 M	Lateral, Recalada Especial y Naufragio		6	1'
		Cardinales, P. Aislado, Bifurcación		6	
Enfilaciones	0.5 M	Laterales, Especiales	Para ganar elevación del plano focal, se duplicará la altura. Zona inferior blanca en laterales (mín. 1/3 de la zona de color)	4	1'
		Bifurcación, P. aislado, Cardinales	Triplica altura	4.a	
	1 M	Laterales, Especiales	En Laterales parte inferior blanca (mínimo 1/3 de la zona de color)	5	
		Bifurcación, P. aislado, Cardinales	Duplica altura	5.b	
	1.5 M (Por lo general no se utilizará en interior de puertos)	Laterales, Especiales	En Laterales parte inferior blanca (mínimo 1/3 de la zona de color)	6	
		Bifurcación, P. aislado, Cardinales	Duplica altura	6.a	
Enfilaciones	El tamaño de los paneles, cubrirá todo el segmento de uso (si la superficie de los paneles necesarios resultase demasiado grande, se usará luz diurna)			Ver ficha 11	

Tabla 1



Ángulo de visión Horizontal 1.5'



Ángulo de visión Horizontal 1'

Tabla 2.

Dimensiones mínimas exigibles en cm. Si las caras no son paralelas se calculará el ancho medio.

ALCANCE GEOGRÁFICO

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Millas náuticas	VALOR EXIGIDO	> Distancia de Reconocimiento
----------	----	----------------	-----------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010.

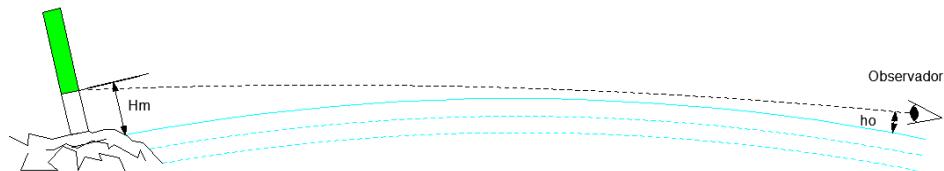
APARECERÁ EN PROYECTO:

Alcance geográfico calculado para la señal diurna

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El **alcance geográfico** es la máxima distancia a la que un objeto se verá, debido a la curvatura de la tierra. Como la mayor parte de las señales diurnas se van a ver a distancias relativamente cortas, la curvatura de la tierra casi nunca va a limitar el alcance diurno de una señal.

El cálculo del alcance geográfico se deberá hacer tomando como referencia la parte inferior de la marca diurna sobre el nivel del mar, o en el caso de grandes marcas, una altura tal, que la superficie de la marca que quede por encima de esa cota, sea suficiente para conseguir la distancia de reconocimiento requerida; para el cálculo, se considerará una altura mínima de observador de 1 metro.



$$D = 2.08 \cdot (\sqrt{Hm} + \sqrt{ho})$$

Hm = Altura de la marca, en metros, respecto del nivel del mar

ho = Altura del observador, en metros, respecto del nivel del mar

D = Alcance geográfico en millas náuticas

2,08 = Refracción de la atmósfera (en nuestra zona geográfica)

ALTURA DEL OBSERVADOR EN METROS	ELEVACIÓN DE LA MARCA EN METROS																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	30	40	50	100	150	200
1	2,0	4,1	4,9	5,5	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,1	8,4	9,1	9,6	10,2	10,6	11,1	13,1	14,9	16,4	22,3	26,9	30,7
2	2,9	4,9	5,7	6,4	6,9	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,3	9,9	10,5	11,0	11,5	11,9	14,0	15,7	17,2	23,2	27,7	31,6
5	4,5	6,6	7,4	8,1	8,6	9,1	9,5	9,9	10,3	10,6	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,6	15,7	17,4	18,9	24,8	29,4	33,2
10	6,4	8,4	9,3	9,9	10,5	11,0	11,4	11,8	12,2	12,5	12,8	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	17,5	19,3	20,8	26,7	31,3	35,1
15	7,9	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,3	14,9	15,5	16,0	16,5	16,9	19,0	20,7	22,2	28,2	32,7	36,6
20	9,1	11,1	11,9	12,6	13,1	13,6	14,1	14,4	14,8	15,2	15,5	16,1	16,7	17,2	17,7	18,2	20,2	21,9	23,4	29,4	33,9	37,8

Valores del alcance geográfico en millas náuticas

MARCA DE TOPE - COLOR

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	Nº de RAL o Coord. Cromáticas
----------	----	----------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Nº de RAL o coordenadas cromáticas del color de las pinturas empleadas. Opcionalmente podrá aparecer: tipo de pintura a utilizar, proceso o técnica de aplicación, tipo de protección, etc.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Igual que para la marca diurna

MARCA DE TOPE - FORMA

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	FORMA MBS
----------	----	----------------	---------------	-----------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Navguide.

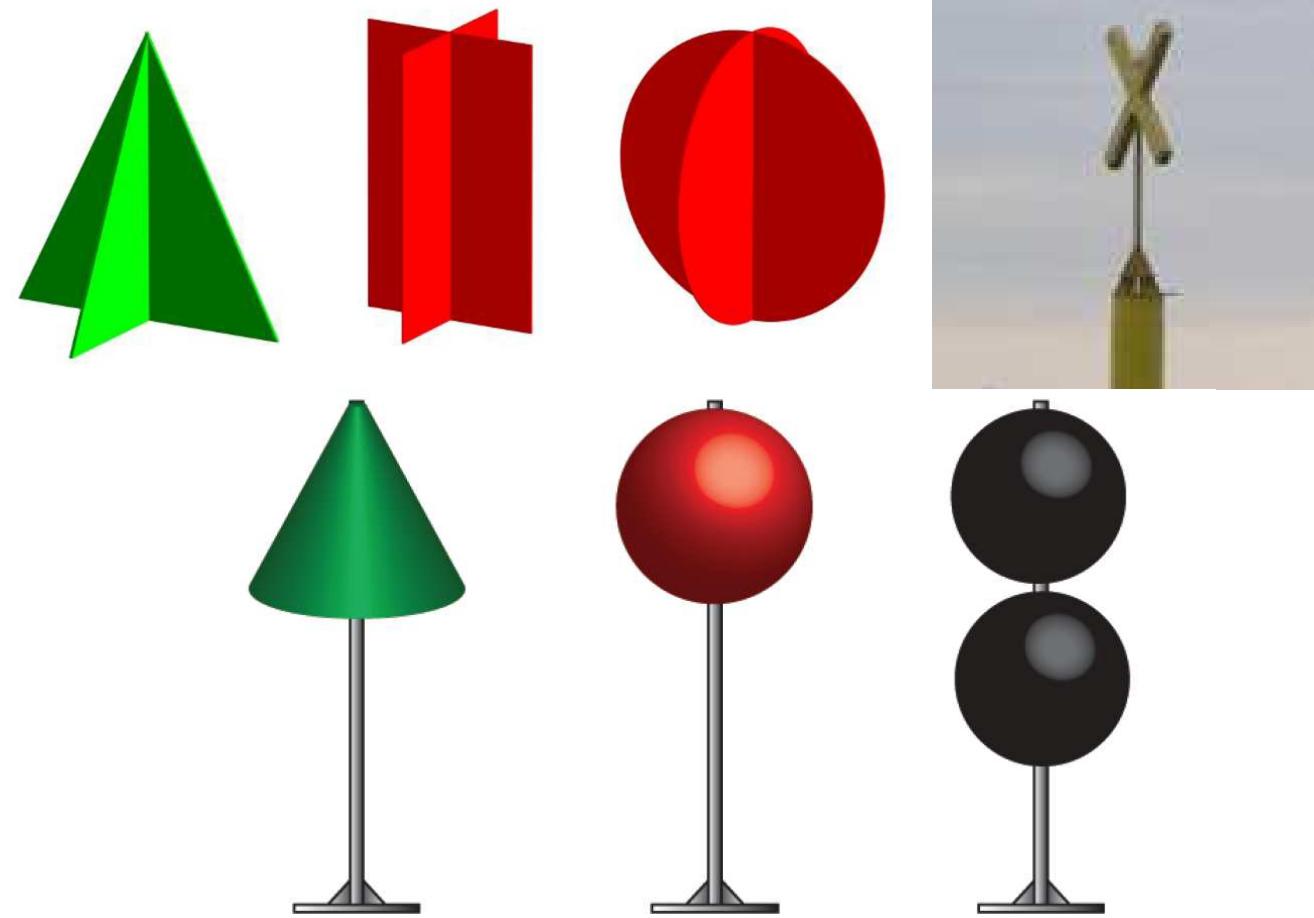
APARECERÁ EN PROYECTO:

Croquis o planos de la marca de tope

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Las formas que se utilizan en el Sistema de Balizamiento (MBS) de la IALA son: cono, esfera, cilindro, en X (cruz de San Andrés) y cruz (Boya de Naufragios o emergencia).

Las formas deberán ser preferentemente sólidas, o construidas con varias placas planas, ensambladas en ángulo recto, de forma que tengan la apariencia de un cuerpo sólido desde cualquier punto de observación. En el caso de aspa y cruz se admite su construcción en un solo plano.



MARCA DE TOPE - DIMENSIONES

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Metros	VALOR EXIGIDO	MBS
----------	----	----------------	--------	---------------	-----

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guía aplicación MBS; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Croquis o planos de la marca de tope

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

La principal función de la marca de tope es la de facilitar el reconocimiento del tipo de señal por su silueta en condiciones de observación adversas, como podría ser cuando una señal se ve a contraluz y no se puede distinguir el color o la combinación de colores de la señal.

En una boyas es obligatorio transmitir información del tipo de señal que es, además de por el color, también a través de la "forma", para ello, se instala la marca de tope (aunque en el caso de las marcas laterales, si la forma de toda la boyas es un cono o cilindro de proporciones adecuadas, no sería obligatorio).

En el caso de ayudas fijas instaladas en tierra, la marca de tope será obligatoria en las **Marcas Cardinales y de Peligro Aislado**. También, se recomienda instalar marca de tope en las demás ayudas fijas, cuando existan problemas de visibilidad, visión a contraluz, etc.

Para que la información de la "forma" sea clara, la marca de tope tiene que estar lo suficiente separada del resto de la boyas para que se distinga como un elemento independiente de ésta y, siempre por encima de todos los elementos de la boyas o la estructura en señales fijas; deberá estar separada de cualquier elemento que pueda modificar su silueta y confundir el reconocimiento de la forma de la marca, para ello, se unirá con un único soporte (tubo) de pequeño diámetro al resto de la boyas. No se admitirán soportes que salgan desde varios puntos de la marca de tope al resto de la boyas.



La linterna, el reflector de radar (salvo que esté integrado en la marca de tope) o cualquier otro elemento, nunca deben estar por encima de la marca de tope.

Deberá asegurarse que la boyas conserva sus características de flotabilidad, centro de gravedad, periodo de oscilación, etc., cuando se instale en ella una marca de tope.

En lo que se refiere a las dimensiones, en la Guía de Aplicación de la IALA-MBS y en el libro de Normas Técnicas de 1986 se describe la relación entre la base de la marca y el diámetro del flotador de la boyas en la línea de flotación. Aunque originalmente se estableció la dimensión de la "X" entre un 20% y un 33% según el tipo de marca (ver cuadro), en algunas ocasiones, como puede ser el caso de boyas de pétiga, esta relación puede superarse.

Forma de la marca	Relación de "x" con el Ø del flotador
Cono y cilindro	25% - 30%
Esfera	20%
Cruz en "x" y "+"	Inscrita en un cuadrado de lado 33% del Ø del flotador

En todo caso, en boyas con flotadores de 2 ó más metros de diámetro, la X (valor de la base de la forma) nunca será menor de 50 cm y en boyas de diámetros inferiores nunca por debajo de 40 cm.

Para marcas de tope en señales fijas en tierra se respetarán las siguientes dimensiones mínimas:

Forma de la marca	Valor de "x" para distancia de reconocimiento \leq a 0.5 Millas	Valor de "x" para distancia de reconocimiento $>$ de 0.5 Millas
Todas	40 cm	50 cm

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

Proporciones de las marcas de tope

SEÑALIZACION DE PUENTES

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Metros	VALOR EXIGIDO	Resolución / Croquis o plano
----------	----	----------------	--------	---------------	------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

Recomendaciones IALA O-113 y E-106; Libro de Normas Técnicas MOPU -1986; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Dibujo con cotas de los tableros con las señales

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

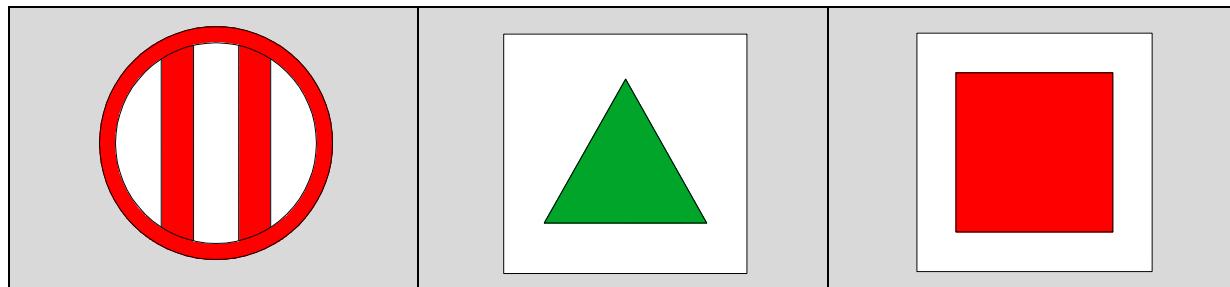
La señalización diurna de los puentes viene recogida en la Recomendación IALA O-113; según ésta, los límites de la zona navegable estarán definidos por:

A Esterior un triángulo verde sobre cuadrado blanco

A Babor un rectángulo rojo sobre cuadrado blanco

Mejor zona de paso círculo blanco con franjas verticales rojas (preferentemente solo 2 franjas)

Las marcas de estribor y babor se pintarán, según el cuadro de abajo, siempre que sea posible, sobre los pilares de los puentes, o bien, se colocarán paneles con su forma.



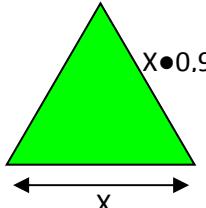
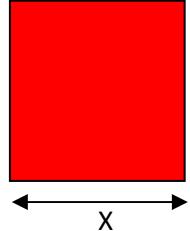
Para otro tipo de señales se pueden utilizar las del CEVNI (Código Europeo para Vías de Navegación Interior).



En algunas ocasiones, estas señales además de su uso en puentes, cuando no sea posible conseguir las dimensiones

necesarias de marca diurna en los soportes de la linterna o estos queden tapados por algún obstáculo, se podrán utilizar como marca diurna colocadas o pintadas sobre un dique, muelle de atraque, etc.

En lo que se refiere a las dimensiones, se seguirá la norma de cálculo existente para el resto de señales diurnas, es decir, la señal deberá verse bajo un ángulo vertical de 3'. En este caso, el ángulo horizontal será también de 3', debido a que se trata de formas simples con unas determinadas proporciones que deben respetarse.

Forma	Distancia de identificación Millas	Dimensión x
	0.5	808mm.
	1	1616mm.
	1.5	2424mm.
	0.5	808mm.
	1	1616mm.
	1.5	2424mm.

SEÑALIZACIÓN DE MUELLES, DUQUES DE ALBA, ETC.

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO		VALOR EXIGIDO	Croquis o planos
----------	----	----------------	--	---------------	------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Dibujo con cotas.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Algunos tipos de estructuras, como embarcaderos o duques de alba, puede que sea necesario pintarlos para que se distingan del entorno, en estos casos se deberán pintar con franjas inclinadas con colores que ofrezcan suficiente contraste entre ellos, de forma que no exista posibilidad de confusión con ningún tipo de marca, por ejemplo: negro-blanco, naranja-negro, etc.

Por lo general, toda estructura fija o flotante que exista en el agua, tenga o no señalización propia, debería pintarse con colores que ofrezcan un buen contraste sobre el fondo.



ENFILACIONES

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Croquis o planos	VALOR EXIGIDO	Cubrir "Segmento de utilización"
----------	----	----------------	------------------	---------------	----------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

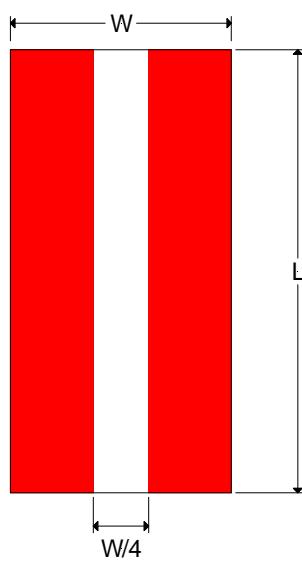
Recomendación IALA E-112; Guideline IALA Nº 1023; Libro de Normas Técnicas MOPU-1986; "Líneas básicas para el diseño de marcas diurnas" de PdE -2010; Guía IALA nº 1094 sobre "Las marcas diurnas para ayudas a la navegación 2016"; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Dibujo con cotas y cálculos de la marca diurna o, en su caso, luz diurna (ver ficha Nº 15) para que ésta cubra todo el segmento o zona de utilización, cuando las necesidades de navegación lo requieran.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Las marcas diurnas de las enfilaciones se diseñarán de manera que se puedan alinear las dos señales con facilidad, para obtener mayor precisión, se utilizarán preferentemente paneles rectangulares (según recomienda la Guideline 1023 de la IALA, para el diseño de enfilaciones) con una franja de diferente color en el centro que servirá para alinear la señal anterior con la posterior. Se deberán respetar las proporciones indicadas en la figura.



Proporciones de un tablero estandarizado utilizado en enfilaciones

Aunque no existe una norma que defina los colores de estos tableros, estos deberán ofrecer un buen contraste con el fondo; el rojo con franja blanca en el centro es la combinación de colores más utilizada y se recomienda su uso, al haberse comprobado que se reconoce bien en la mayoría de las situaciones.

Los dibujos de dameros y de muchas franjas o bandas, no se deben utilizar, ya que se reduce la superficie individual de cada color y por tanto su distancia de reconocimiento.

Se debe de limitar la utilización de triángulos con los vértices colocados en oposición para alinear la señal, hay que tener en cuenta que este sistema tiene menor distancia de reconocimiento y su eficacia es menor, por lo que se limitará a enfilaciones de menor importancia, con segmentos de utilización pequeños, por lo que no son recomendables y no se deberán utilizar en nuevas instalaciones.

Se recomienda inclinar la parte superior del panel 4º ó 5º para evitar que las deposiciones de las aves caigan sobre la superficie del panel.

En las estructuras de paneles de gran tamaño, hay que tener en cuenta la fuerza del viento. Para reducir la resistencia a éste, se pueden construir paneles formados con láminas con una separación entre ellas para dejar paso al viento; la superficie de los "huecos" debe de ser significativamente menor que la de las láminas sólidas.

La superficie de los paneles se calculará para que su distancia de reconocimiento cubra al menos todo el canal o segmento de utilización de la enfilación, es decir:

$$\text{Distancia de reconocimiento del panel} = \text{Segmento de canal} + \text{Distancia final del canal hasta el panel}$$

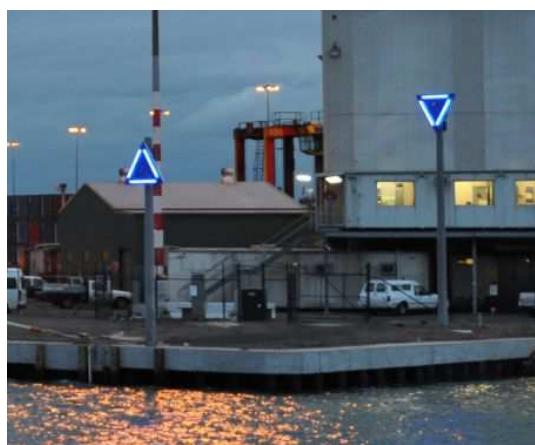
En el cuadro de abajo, utilizado en la hoja de cálculo de enfilaciones de la *Guideline IALA №1023*, para calcular el tamaño de los paneles, aparecen los tamaños **mínimos** calculados para algunos alcances. Debido al gran tamaño necesario de los paneles que resultarían del cálculo para grandes alcances, los ángulos verticales mínimos de observación aceptados son menores que los de las demás marcas.

Tamaño del panel L x A [m x m]	Alcance operativo [km]	Alcance operativo [M]	Ángulo de observación para longitud L	Ángulo de observación para ancho A (= L / 2)
1	1,9	1	2,9'	1,5'
2,1 x 1,05	3,7	2	2,0'	1,0'
3,1 x 1,55	5,6	3	1,9'	1,0'
4,2 x 2,1	7,4	4	2,0'	1,0'
6,3 x 3,15	9,3	5	2,3'	1,2'
8,6 x 4,3	11,1	6	2,7'	1,3'
12,2 x 6,1	13,0	7	3,2'	1,6'

Cuando el segmento de utilización sea muy largo y se necesiten tableros con una superficie tan grande que haga inviable su utilización, se optará por el uso de luces diurnas.

Uso de barras de luz, LED, Litepipes, etc.

El uso de estos dispositivos luminosos es cada vez mayor gracias al desarrollo de la tecnología LED y pueden ser una buena opción para reforzar, tanto la marca diurna como la nocturna de las enfilaciones; en algunos casos, incluso se ha sustituido la luz nocturna por este tipo de luces. Cuando se use algunos de estos dispositivos habrá que tener en cuenta las mismas consideraciones que para cualquier otra luz, en lo que se refiere al color, intensidad, ritmo, etc.



Marcas diurnas de enfilaciones reforzadas con barras de luz



Aspecto de enfilaciones dotadas con barras de luz

DIMENSIONADO Y CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

12/V1

COLOR (LUZ DIURNA)

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	Resolución /Coord. Cromáticas
----------	----	----------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendación IALA E-200-1

APARECERÁ EN PROYECTO:

Las coordenadas cromáticas que delimitan la región dentro de la cual se debe encontrar el color de la luz; o en su caso, certificación del fabricante de que el color se encuentra dentro de las regiones cromáticas recomendadas por IALA.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Igual que para luz nocturna, ver ficha N° 16

INTENSIDAD LUMINOSA (LUZ DIURNA)

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Candelas	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	----------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendación IALA Serie E- 200-2.

APARECERÁ EN PROYECTO:

El cálculo de la intensidad luminosa necesaria para cumplir con el alcance de la resolución. En este cálculo se aplicarán los factores de corrección que correspondan según la ubicación de la señal.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

1. Intensidad luminosa

El cálculo de la intensidad luminosa necesaria se efectuará igual que para una luz nocturna (ver ficha 18), pero en este caso, habrá que tener en cuenta que, durante el día, el factor E_t (iluminancia en lux que debe de producir una luz en el ojo del observador para que éste la detecte), dependerá de la luminancia L del cielo en el sentido de la observación, en cd/m^2 .

Según la Recomendación IALA Serie E- 200-2, para el alcance nominal diurno la iluminancia necesaria (E_t) será de 1×10^{-3} , en lugar del valor usado para el alcance nominal nocturno de $2 \times 10^{-7}\text{lux}$. Esta iluminancia necesaria (E_t) de 1×10^{-3} lux, corresponde a la luminancia del cielo en un día despejado, en dirección contraria al sol, que tomará el valor de $10.000 \text{ cd}/\text{m}^2$.

Así, la iluminancia necesaria E_t calculada se introduce en la ecuación general:

$$I = (3,43 \cdot 10^6) \cdot E_t \cdot D^2 \cdot (0,05)^{-\frac{D}{V}}$$

Donde:

I es la intensidad luminosa de la luz [cd]

E_t es la iluminancia necesaria en el ojo del observador [lx]

D es el alcance luminoso en millas náuticas

V es la visibilidad meteorológica en millas náuticas

Y sustituyendo quedaría:

$$I = 3430 \cdot D^2 \cdot (0,05)^{-\frac{D}{V}}$$

De acuerdo con la siguiente fórmula, el cálculo de la iluminancia necesaria de día es:

$$E_t = (0.242 \times 10^{-6} \text{ lx}) \times \left(1 + \sqrt{0.4 \times L / (\text{cd} / \text{m}^2)}\right)^2$$

Donde:

E_t : es la iluminancia necesaria

L: es la luminancia del cielo en el sentido de la observación

Aplicando esta fórmula para otros valores de luminancia del cielo según las condiciones meteorológicas en el sentido de observación, se obtendrían los siguientes valores:

Condición meteorológica	Luminancia en cd/m ²	Iluminancia necesaria E _t en mili-luxes (10 ⁻³ lx)
Cielo nublado muy oscuro	100	0,013
Cielo nublado oscuro	200	0,024
Cielo nublado ordinario	1.000	0,107
Cielo nublado claro o cielo despejado en dirección contraria al sol	5.000	0,506
Nube clara o cielo despejado cercano a la dirección del sol	10.000	1
Nube muy clara	20.000	1,98
Nube deslumbrante	50.000	4,91

Los factores de reducción por filtro, condiciones de servicio y visibilidad meteorológica se aplicarán igual que en el caso de luces nocturnas (ver ficha 18).

Por otra parte, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Algunos colores presentan mayor dificultad para distinguirse en condiciones de gran luminancia de fondo, como la que se produce en un día soleado o en situaciones de contraluz. Los colores que mayores problemas plantean son: blanco y ámbar, y en menor medida el verde.

Para reducir los efectos del sol y la luminancia de fondo, en las luces diurnas siempre se utilizan viseras para que proyecten sombra sobre la luz; también es recomendable instalar paneles de color negro mate detrás de la luz para aumentar el contraste de ésta sobre el fondo.

Será necesario instalar dispositivos para la reducción de la intensidad nocturna y así, evitar deslumbramientos por la noche.

DIVERGENCIAS (LUZ DIURNA)

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ *	VALOR OBTENIDO	Grados	VALOR EXIGIDO	Según zona de cobertura
----------	------	----------------	--------	---------------	-------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guideline IALA nº 1065; Recomendación IALA serie E-200.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Indicar gráficamente la zona de cobertura que tiene que tener la luz y las divergencias horizontal y vertical necesarias para cubrir la zona de utilización.

* En la mayoría de las ocasiones será un dato suministrado por el fabricante y no será necesario hacer cálculos.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Las luces diurnas, por lo general, sólo se suelen utilizar para luces de sectores, luces direccionales de sectores de precisión, enfilaciones y señales de tráfico portuario. Cuando se utiliza una luz diurna en alguno de estos casos hay que tener en cuenta el ancho del haz y su altura, ya que se debe garantizar la intensidad mínima necesaria en toda la zona de utilización y ancho de canal (en enfilaciones). Esto también es extensible a la luz nocturna, aunque al necesitarse menos intensidad luminosa, la solución técnica del problema suele ser menor.

En las luces diurnas, la intensidad luminosa necesaria para pequeños alcances es muchísimo más alta que en las luces nocturnas. Para una misma fuente luminosa, la intensidad disminuye cuando aumentamos su ángulo de divergencia; debido a esto, en las luces diurnas este valor es un dato básico para conseguir la cobertura necesaria. Una luz diurna solo se verá si se está dentro del cono de luz, todo observador que esté fuera de este cono no verá la luz.

Por tanto, para optimizar rendimiento luminoso de estas luces, hay que conseguir un equilibrio entre la divergencia, tanto vertical como horizontal del haz, y su intensidad luminosa, definiendo con exactitud la zona de utilización que deberá tener la luz y orientarla para cubrir toda la zona. En muchas ocasiones será necesario solapar varias luces para cubrir una zona determinada.

En algunas luces de enfilación diurnas puede ser necesario aumentar la divergencia horizontal de una de ellas, normalmente la anterior, para aumentar la cobertura de la zona de adquisición de la enfilación.

TRÁFICO PORTUARIO (LUZ DIURNA)

SEÑAL DIURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Mensaje, Candelas, Divergencia	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	--------------------------------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

Recomendación IALA E-111; Recomendación IALA Serie E- 200.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Indicar gráficamente la zona de cobertura que tienen que tener las luces; las divergencias horizontal y vertical necesarias para cubrir la zona de utilización y la separación entre luces.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

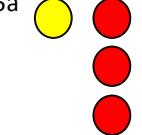
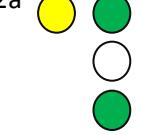
En las luces de tráfico portuario el mensaje lo forman tres luces dispuestas verticalmente, aunque si es preciso, puede colocarse una luz auxiliar de color amarillo a la izquierda de la luz superior.

Para este tipo de luces se suelen utilizar luces direccionales para conseguir mayores alcances diurnos. Si es así, se tendrá especial cuidado en que las luces tengan las divergencias verticales y horizontales adecuadas para cubrir toda la zona de utilización; incluso en algunos casos, será necesario instalar varias luces por cada color, solapando sus haces de luz para conseguir la cobertura necesaria.

También se cuidará que la separación entre las luces sea la suficiente para que, en toda la zona de utilización, se perciban claramente como luces independientes, tanto en su uso diurno como nocturno. Además, se seguirán las indicaciones comunes a cualquier luz en lo referente a: cálculo de la intensidad luminosa necesaria, divergencias horizontal y vertical necesarias para cubrir toda la zona de utilización y color. Cuando la instalación también tenga uso nocturno, se dispondrán mecanismos para la reducción de intensidad nocturna, y los cálculos se realizarán de forma independiente para que el sistema proporcione el alcance necesario, tanto en modo nocturno como diurno.

Señales de tráfico portuario

MENSAJE PRINCIPAL		LUZ
Peligro- todos los barcos deben detenerse o cambiar de ruta de acuerdo con las instrucciones recibidas	Destellos	1 
Los barcos no deben pasar		2 
Los barcos pueden pasar Tráfico en una sola dirección	Fija ó de ocultaciones lentas	3 
Los barcos pueden pasar Tráfico en doble dirección		4 
El barco solo puede pasar cuando haya recibido órdenes en tal sentido		5 

SEÑALES Y MENSAJES DE EXENCIÓN		
Los barcos no deben pasar, excepto los que naveguen fuera del canal principal, que pueden prescindir del mensaje principal.		5a 
El barco solo podrá pasar si ha recibido órdenes concretas en tal sentido. Cuando el barco navegue fuera del canal principal, puede prescindir del mensaje principal.	Fija o de ocultaciones lentas	2a 

COLOR

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	Resolución/ Coord. Cromáticas
----------	----	----------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

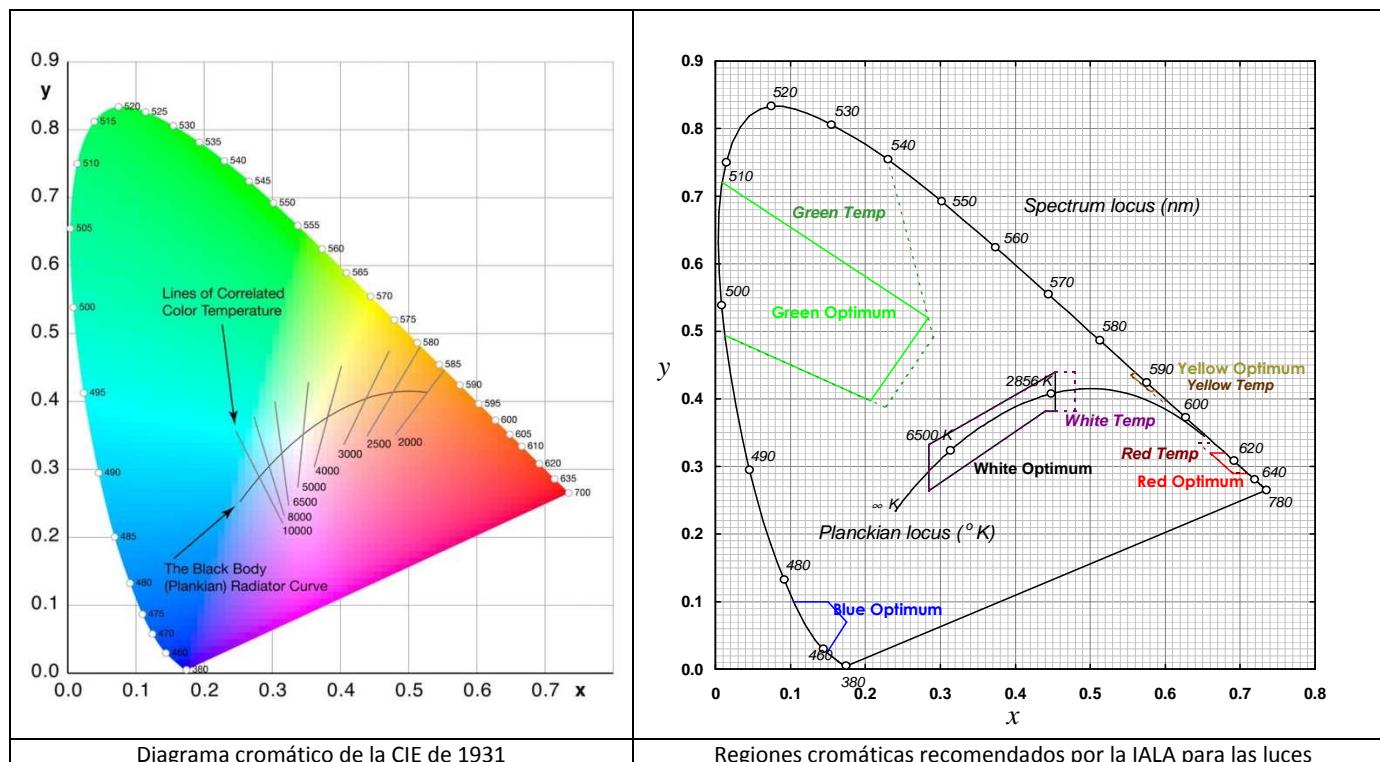
Recomendación IALA E-200-1, Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Coordenadas cromáticas que delimitan la región dentro de la cual, se debe encontrar el color de la luz o certificación del fabricante de que el color se encuentra dentro de las regiones cromáticas recomendadas por IALA.

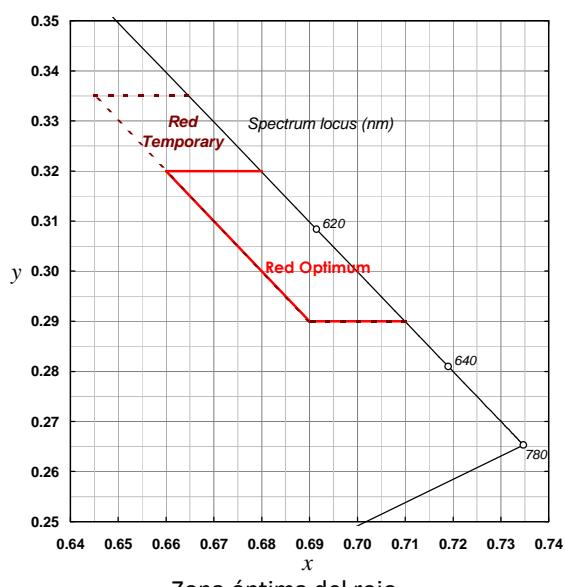
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

En la recomendación E-200-1 se describen las regiones cromáticas dentro de las cuales se debe encontrar el color de las luces utilizadas en señalización marítima. El modelo cromático empleado en esta recomendación es el diagrama cromático utilizado en el sistema normalizado de colorimetría de la CIE de 1931.

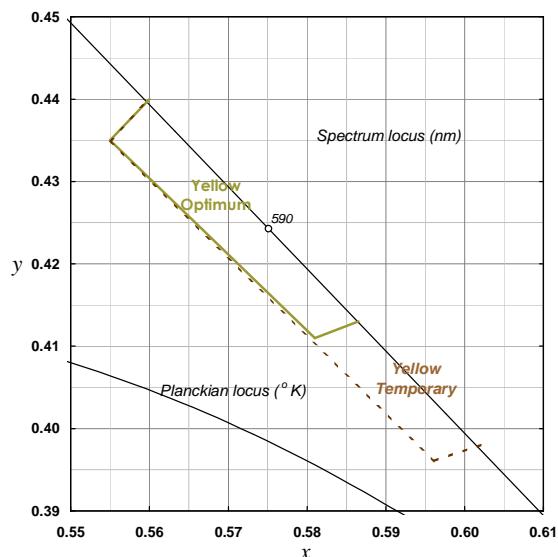


Color	1		2		3		4		5	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Rojo	0,71	0,29	0,69	0,29	0,66	0,32	0,68	0,32		
Amarillo	0,5865	0,413	0,581	0,411	0,555	0,435	0,56	0,44		
Verde	0,009	0,720	0,284	0,520	0,207	0,397	0,013	0,494		
Blanco	0,44	0,382	0,285	0,264	0,285	0,332	0,453	0,44	0,453	0,382
Azul	0,104	0,1	0,15	0,1	0,175	0,07	0,149	0,025		

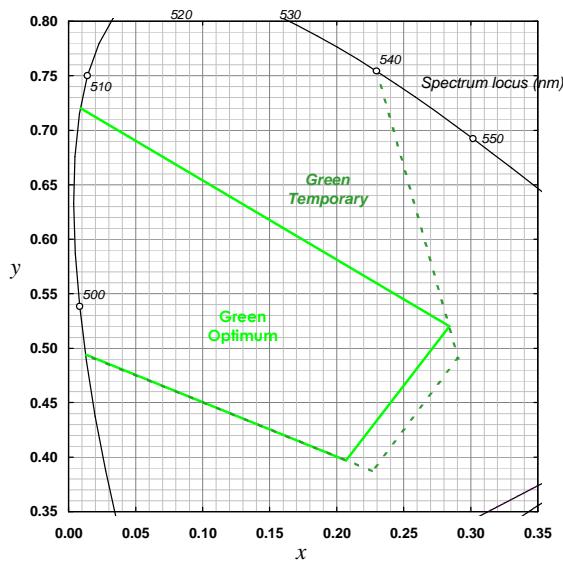
Coordenadas de los límites de las regiones cromáticas óptimas recomendadas por IALA



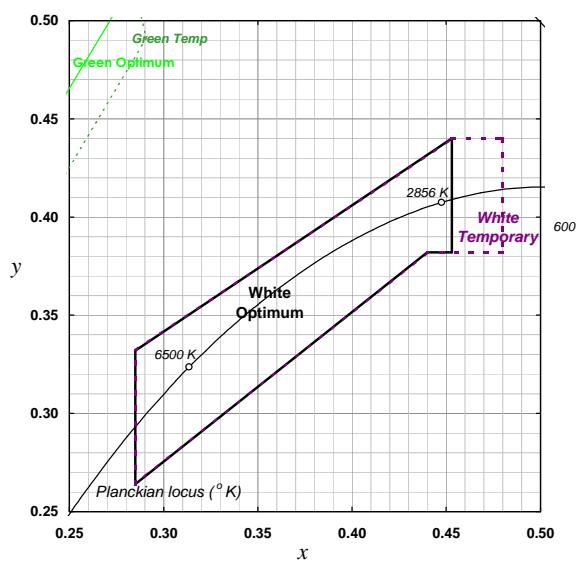
Zona óptima del rojo



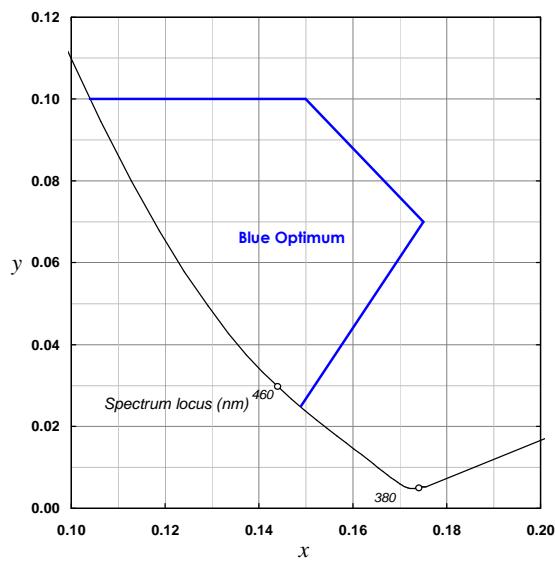
Zona óptima del amarillo



Zona óptima del verde



Zona óptima del blanco



Zona óptima del azul

RITMO/CARACTERÍSTICA

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Tiempo: luz- oscuridad-periodo	VALOR EXIGIDO	Ritmo resolución Característica/Tabla de ritmos
----------	----	----------------	--------------------------------	---------------	--

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendación IALA E-110, Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Será necesario que aparezca la característica en el proyecto; este dato es necesario para el cálculo del consumo de los sistemas de alimentación de reserva, especialmente en equipos fotovoltaicos y para el cálculo del alcance (tiempo del destello más corto). Como norma general se intentará que el periodo elegido sea lo más corto posible, para que el navegante confirme el ritmo de la luz con celeridad.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Característica. Aunque muchas veces se utiliza esta palabra para referirse al conjunto de características que definen una luz (apariencia), es más correcto utilizarla para referirnos a las fases de luz-oscuridad de una señal.

Ritmo es el 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 dos destellos, Isofase, etc.).

Definiciones:

Fase de luz: tramo de luz comprendido entre dos fases de oscuridad.

Oscuridad o eclipse: tramo de oscuridad entre dos fases de luz.

Destello: fase de luz notablemente más pequeña que las fases de oscuridad.

Ocultación: eclipse o fase de oscuridad notablemente más corto que la fase de luz más corta de un periodo.

Periodo: suma de los tiempos de luz y oscuridad en un mismo ciclo que se repite periódicamente. Los períodos máximos de cada tipo de ritmo de luz están regulados y deben de ser lo más cortos posibles para poder identificarla rápidamente.

EJEMPLO:

La característica de una señal se puede representar de la siguiente manera:

- 0.5+1+0.5+1+0.5+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 7s = grupo de 3 destellos rojos cada 7 segundos
- Su **característica** sería 0.5+1+0.5+1+0.5+3.5=7

También se puede poner:

- [(L0.5 Oc1) dos veces] Oc3.5
- **0.5+1+0.5+1+0.5+3.5** (Según Libro de Faros actual)

El ritmo viene determinado por la resolución, pero la característica deberá ser diseñada por el responsable de la instalación en el proyecto, para ello deberá observar las reglas descritas en la recomendación E-110 de la IALA o el documento de Puertos del Estado “Características Recomendadas para los Ritmos Utilizados en AtoN”, donde estas reglas vienen resumidas y con ejemplos.

PRINCIPALES TIPOS DE LUCES USADAS EN SEÑALES MARÍTIMAS

	Clase	Descripción general	Abreviatura Español/inglés
1	LUZ FIJA	Luz que aparece continua y uniforme.	F F
2	LUZ DE DESTELLOS	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 puede ser mayor de 30 destellos por minuto.	D Fl
2.1	Luz de destellos Aislados	Luz en la que los destellos se suceden regularmente.	D Fl
2.2	Luz de Grupos de Destellos	Luz en la que los grupos, de un número dado de destellos, se suceden regularmente.	GpD() Fl()
2.3	Luz de Destellos Largos	Luz de destellos aislados en la cual la duración de la luz es mayor o igual a 2 s.	DL LFl
3	LUZ DE OCULTACIONES	Luz en la que la duración total de la luz en un período es más larga que la duración total de la oscuridad y en la que los intervalos de oscuridad tienen habitualmente la misma duración.	Oc Oc
3.1	Luz de Ocultaciones Aisladas	Luz en la que las ocultaciones se suceden regularmente.	Oc Oc
3.2	Luz de Grupos de Ocultaciones	Luz en la que los grupos, de un número dado de ocultaciones, se suceden regularmente.	GpOc() Oc()
4	LUZ ISOFASE	Luz en la que las duraciones de luz y de oscuridad son iguales.	Iso
5	LUZ CENTELLEANTE	Una luz en la cual los destellos idénticos se suceden con la frecuencia de 60 (ó 50) destellos por minuto.	Ct Q()
5.1	Luz de Grupos de centelleos	Luz en la que los grupos, de un número dado de centelleos, se suceden regularmente.	GpCt() Q()
6	LUZ CENTELLEANTE RÁPIDA	Luz en la cual los destellos idénticos se suceden con una frecuencia de 120 (ó 100) destellos por minuto.	Rp VQ
6.1	Luz de Grupos de centelleos rápidos	Luz en la que los grupos, de un número dado de centelleos rápidos, se suceden regularmente.	GpRp() VQ()
7	LUZ DE SEÑALES MORSE	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.	Mo() Mo()
8	LUZ ALTERNANTE	Luz que muestra colores distintos alternativamente.	AltOc AlOc

IALA - MBS (MARITIME BOUYAGE SYSTEM)					
CARACTERISTICAS RECOMENDADAS PARA LOS RITMOS USADOS EN ATON					
TIPO	RITMO y ABREVIATURA Español Internacional	DEBE CUMPLIR	PERIODO	COLOR	ESQUEMA
MARCA LATERAL	DESTELLOS AISLADOS	$d \geq 3L$ $p \geq 2s.$	≤ 15	VERDE o ROJA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 2.5 = 3$
	D F				
	GRUPOS DE 2 DESTELLOS	$d \geq L$ $c \geq 1.2s.$	≤ 20	VERDE o ROJA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 0.7 + L: 0.5 + Oc: 3.3 = 5$
	GpD(2) F(2)	$d' \geq 3d$			
	GRUPOS DE 3 ó 4 DESTELLOS	$d \geq L$ $c \geq 2s.$	≤ 30	VERDE o ROJA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 1.5 + L: 0.5 + Oc: 1.5 + L: 0.5 + Oc: 4.5 = 9$
	GpD(3) ó GpD(4) F(3) ó F(4)	$d' \geq 3d$			
(1) CENTELLEOS	Ct O	$d \geq L$ $c = 1$ Frec. = 60		VERDE o ROJA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 0.5 = 1$
BIFURCACION (LATERAL MODIFICADA)	GRUPOS DE (2+1) DESTELLOS	$d' \geq 3d / d \geq 3d$ $d \geq L$ $c \geq 1.2s.$	≤ 16	VERDE o ROJA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 1 + L: 0.5 + Oc: 3 + L: 0.5 + Oc: 9 = 14.5$
	GpD(2+1) F(2+1)				
MARCAS ESPECIALES	DESTELLOS AISLADOS	$d \geq 3L$ $p \geq 2s.$	≤ 15	AMARILLA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 2.5 = 3$
	D F				
	GRUPOS DE 4 ó 5 DESTELLOS	$d \geq L$ $c \geq 2s.$	≤ 30	AMARILLA	 Ej: $[(L: 0.5 + Oc: 1.5) 3 \text{ veces}] + L: 0.5 + Oc: 4.5 = 11$
	GpD(4) ó GpD(5) F(4) ó F(5)	$d' \geq 3d$			
	GRUPOS DE OCULTACIONES	$L' \geq d$ $c \geq 2s.$	≤ 30	AMARILLA	 Ej: $[(Oc: 0.5 + L: 1.5) 3 \text{ veces}] + Oc: 0.5 + L: 4.5 = 11$
	GpOc(#)	Oc(#)			
(2) GRUPOS COMPLEJOS DE DESTELLOS	GRUPOS COMPLEJOS DE DESTELLOS	$d' \geq 3d / d \geq 3d$ $d \geq L$	≤ 30	AMARILLA	 Ej: $[(L: 0.5 + Oc: 1.5) 2 \text{ veces}] + L: 0.5 + Oc: 4.5 + L: 0.5 + Oc: 13.5 = 23$
	GpD(#+#)	F(#+#)	$c = \text{Según grupo}$		
BOYAS SADO	MORSE (Excepto A y U)	$d \geq L$ $L'(\text{raya}) \geq 3L$ $L(\text{punto}) = 0.5s.$	≤ 30	AMARILLA	 Ej: Mo(D) L: 1.5 + Oc: 0.5 + L: 0.5 + Oc: 0.5 + L: 0.5 + Oc: 4.5 = 8
	Mo (#)	Mo (#)			
BOYA EMERGENCIA	GRUPOS DE 5 DESTELLOS	$d \geq L$ $c = 2s. / p = 20$ Frec. = 30 d.p.m.	20	AMARILLA	 Ej: $[(L: 0.5 + Oc: 1.5) 4 \text{ veces}] + L: 0.5 + Oc: 11.5 = 20$
PLATAFORMAS OFFSHORE	ALTERNANTE / OCULTACIONES AZUL - AMARILLO	$Bu: 1s.$ $d = 0.5s.$ $Y = 1s.$	3	AZUL - AMARILLO	 Bu + Oc: 0.5 + Y1 + Oc: 0.5 = 3
PELIGRO AISLADO	GRUPOS DE 2 DESTELLOS (5s.)	$d \geq L / d \geq 3L'$ $c \geq 1.2s.$ $p = 5$	5	BLANCA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 1 + L: 0.5 + Oc: 3 = 5$
AGUAS NAVEGABLES	Isofase	$L = d$ $p \geq 2s.$ Mejor $\geq 4s.$	≤ 12	BLANCA	 Ej: $L: 2 + Oc: 2 = 4$
	Iso Iso				
	DESTELLOS LARGOS (10s.)	$d \geq 3L$ $L \geq 2 s.$ $P = 10$	10	BLANCA	 Ej: $L: 2 + Oc: 8 = 10$
	DL LFI				
	OCULTACIONES AISLADAS	$L \geq 3d$ $p \geq 2s.$	≤ 15	BLANCA	 Ej: $Oc: 1 + L: 3 = 4$
	Oc Oc				
CARDINAL NORTE	MORSE "A"	$d \geq L$ $L'(\text{raya}) \geq 3L$ $L(\text{punto}) = 0.5s.$	≤ 30	BLANCA	 Ej: $L: 0.5 + Oc: 0.5 + L: 1.5 + Oc: 4.5 = 7$
	Mo(A) Mo(A)				
CARDINAL ESTE	CENTELLEANTE o CENTELLEANTE RAPIDA	$d \geq L$ $c = 0.5s.$ Frec. = 120		BLANCA	 Ej: $L: 0.25 + Oc: 0.25 = 0.5$
CARDINAL OESTE	GRUPOS DE 3 CENTELLEOS RAPIDOS (5s.)	$d \geq L$ $c = 0.5s.$ Frec. = 120 / p = 5	5	BLANCA	 Ej: $[(L: 0.25 + Oc: 0.25) 2 \text{ veces}] + L: 0.25 + Oc: 3.75 = 5$
CARDINAL SUR	GRUPOS DE 9 CENTELLEOS RAPIDOS (10s.)	$d \geq L / c = 0.5s.$ $c = 0.5s.$ Frec. = 120 / p = 10	10	BLANCA	 Ej: $[(L: 0.25 + Oc: 0.25) 8 \text{ veces}] + L: 0.25 + Oc: 5.75 = 10$
	GpRp(9) VQ(9)				
	GRUPOS DE 6 CENTELLEOS RAPIDOS + DES. LAR. (10s.)	$d \geq L / c = 0.5s.$ $L' \geq 2s$ Frec. = 120 / p = 10	10	BLANCA	 Ej: $[(L: 0.25 + Oc: 0.25) 6 \text{ veces}] + L: 2 + Oc: 5 = 10$
	GpRp(6) + DL VQ(6) + LFI				

- Se debe usar siempre el menor periodo posible, salvo en marcas con periodo definido
- Para ritmo Centelleante se tomará 60 destellos/minuto y Centelleante Rápido 120 destellos/minuto. No usar menos de 0.2s. de luz
- (1) Se reservará el uso de laterales centelleantes rápidas, cuando sea apropiado, para señalizar **Nuevos Peligros**
- (2) En grupos (2+#+) ó (#+2) destellos se aplicara la regla para dos destellos y "c" será $\geq 1.2s.$, cuando aparezcan 3 ó mas destellos en el grupo, "c" será $\geq 2s.$ (ver grupo de destellos)



L = Luz
 d = Oscuridad
 d' = 2º Tramo de oscuridad (si hay)
 d'' = 3º Tramo de oscuridad (si hay)
 c = Ciclo
 p = Periodo

JCD Ene 2009

INTENSIDAD LUMINOSA

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Intensidad estacionaria (Cd) del equipo luminoso: tiene que tener certificado del fabricante	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	--	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendaciones IALA Serie E- 200 y E-112; Tabla visibilidad según datos AEMET 1995-2005

APARECERÁ EN PROYECTO:

El cálculo de la intensidad luminosa necesaria para cumplir con el alcance de la resolución; se aplicarán los factores de corrección que correspondan según la ubicación de la señal.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

1. INTENSIDAD LUMINOSA

Denominación	Descripción	Unidad	Abreviatura
Flujo luminoso	Es la cantidad de luz total emitida desde la fuente luminosa (por ejemplo, una lámpara) La sensibilidad de pico del ojo humano tiene lugar cerca de los 555 nanómetros, una longitud de onda que corresponde al verde. En esta longitud de onda un vatio equivale a 680 lúmenes	Lúmen	lm
Intensidad luminosa	Es el flujo luminoso en una determinada dirección. También se expresa como el flujo luminoso por Angulo sólido o (estereorradián)	Candela	Cd
Luminancia (Brillo)	Es la porción del flujo luminoso emitido en una dirección específica por la unidad de superficie de un cuerpo luminoso. Esta variable es un término importante para calcular la sensación de brillo o luminosidad de las fuentes de luz y objetos iluminados	Candela / m ² o bien: Candela / cm ²	Cd/m ² Cd/cm ²
Iluminancia	Es la densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. Es el cociente del flujo luminoso y la superficie cuando dicha superficie está uniformemente iluminada	Lux Lúmen / m ²	Ix

El flujo luminoso es la cantidad de luz total emitida desde una fuente. La intensidad luminosa es la parte del flujo luminoso radiado en una determinada dirección.

La intensidad luminosa de una luz de navegación es directamente proporcional a la luminancia de la fuente de luz.

La dimensión de la fuente de luz es inversamente proporcional a su luminancia y directamente proporcional a la divergencia del sistema óptico.

La candela (Cd) es la unidad de medida que se usa para cuantificar la intensidad luminosa de una ayuda luminosa a la navegación.

1.1. Intensidad estacionaria I₀

Es la intensidad luminosa del conjunto fuente luminosa-sistema óptico en su haz emergente considerando que la óptica está en reposo (para el caso de ópticas giratorias) o que la luz tiene una característica de luz fija (en el caso de ópticas de horizonte). Coincide con la intensidad máxima por eso también se la llama de pico. Muchas balizas de Leds permiten modificar la intensidad estacionaria del equipo luminoso dentro de unos márgenes. **Cuando se adquiera un equipo luminoso se debe exigir al fabricante un certificado con la intensidad estacionaria con la que se ha configurado. Este certificado se deberá conservar durante toda la vida útil del equipo ya que será exigido por Puertos del Estado o la Autoridad Portuaria cuando se inspeccione el balizamiento.**

1.2. Intensidad eficaz o efectiva I_e

La intensidad eficaz es un concepto que toma sentido cuando nos referimos a una luz rítmica.

La intensidad eficaz se podría definir como la intensidad luminosa de una luz fija ficticia, de la misma distribución espectral relativa que la de una luz de destellos, que tiene el mismo alcance luminoso que una luz de destellos bajo idénticas condiciones de observación.

El valor de la intensidad estacionaria se modifica por el hecho de que la luz no va a ser fija sino de destellos. Cuando sea posible debe dibujarse la curva de variación de la intensidad luminosa en función del tiempo, durante el tiempo de un destello de la característica. El valor máximo de la intensidad de esa curva es lo que se llama intensidad de pico y nos sirve para calcular la intensidad eficaz.

Cuando esa curva no puede dibujarse, la intensidad eficaz se calcula de forma teórica. Existen tres métodos de cálculo. El que se utiliza habitualmente en España, por facilidad de uso, es el de **Blondel-Rey-Douglas** aplicando la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{I_0 \cdot \tau}{a + \tau}$$

siendo I_0 la intensidad de pico, que será equivalente a la intensidad estacionaria o propia del sistema luminoso; τ la duración del destello; “a” toma el valor de **0,2** (constante de Blondel-Rey, ligada al umbral de retención de las imágenes en la retina) para observaciones nocturnas y **0,1** para observaciones diurnas.

Como se deduce de la fórmula, a menor duración del destello (o fase de luz) mayor intensidad estacionaria necesitaremos para conseguir la misma intensidad eficaz. Por otra parte, por razones fisiológicas las duraciones de las fases de luz deben estar limitadas. Hay que tener en cuenta que la persistencia de la luz en la retina después de apagarse ésta puede durar hasta 0,15 segundos, por lo que no se establecerán fases de luz menores de 0,2 segundos en sistemas de óptica fija y en sistemas giratorios, debido a la mayor dificultad para aumentar la duración de los destellos, se procurará no bajar de 0,15.

1.3. Intensidad de cálculo I_c

Es la intensidad eficaz obtenida en los cálculos o por medición en el laboratorio, después de aplicar todos los factores de corrección necesarios para evaluar todos los elementos que introducen pérdidas de rendimiento. Es la intensidad que realmente tiene que dar el equipo. Los factores que habitualmente se tienen en cuenta son:

1. Factor de condiciones de servicio.
2. Reducción por filtro.
3. Luz de fondo y visibilidad meteorológica.

2. ALCANCE NOMINAL

El alcance nominal es el alcance teórico de una señal luminosa cuando la visibilidad meteorológica es de 10 millas náuticas, lo que equivale a un factor de transmisión de $T = 0.74$. Generalmente es el dato que se utiliza en los documentos oficiales como las cartas náuticas, libros de faros, etc.

Otra forma de definirlo es como viene en la última recomendación E-200-2 de la IALA, según esta recomendación el alcance nominal de las luces de señalización marítima se define como:

El alcance nominal de una señal luminosa marítima es la distancia, en millas náuticas, desde la cual dicha señal luminosa produce una iluminancia en el ojo del observador:

- de 2×10^7 lx para el alcance nocturno

- de 1×10^3 lx para el alcance diurno

Se asumirá que la visibilidad meteorológica V es igual a 10 millas náuticas ($T = 0,741$) y la atmósfera es homogénea.

La definición de alcance nominal supone que la luz se observa sobre fondo oscuro, sin luminosidad de fondo. Como es de suponer estas condiciones ideales no se van a dar siempre y habrá que calcular la intensidad luminosa que ha de tener esa luz para las condiciones normales de utilización.

3. ALCANCE LUMINOSO

En el caso de una luz que se percibe de forma puntual, el alcance luminoso D se define como la distancia máxima desde la cual la luz se puede percibir en un momento dado, que viene determinada por la intensidad luminosa I de la luz, la visibilidad meteorológica V y la «iluminancia necesaria» (anteriormente denominada el umbral de luminancia) E_t en el ojo del observador para que la luz pueda ser vista por éste. En el límite del alcance, la iluminancia E en el ojo del observador se reduce al valor de E_t .

El alcance luminoso se calcula a través de la fórmula de Allard:

$$I = (3,43 \cdot 10^6) \cdot E_t \cdot D^2 \cdot (0,05)^{\frac{D}{V}}$$

Donde:

I es la intensidad luminosa de la luz [Cd]

E_t es la iluminancia necesaria en el ojo del observador [lx]

D es el alcance luminoso en millas náuticas

V es la visibilidad meteorológica en millas náuticas

4. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE SEÑALES LUMINOSAS

Como es de suponer, nunca o muy pocas veces, se van a dar las condiciones ideales de observación de una señal debido a que existen una serie de elementos que provocarán una reducción en el alcance real de la luz. Por este motivo, cuando se calcula la intensidad necesaria de una luz de señalización marítima se tienen que introducir todos los factores que harán que la intensidad necesaria sea mayor que la teórica. **La elección del equipo luminoso se realizará en base al valor del alcance luminoso práctico y no en base al alcance nominal.** A continuación se relacionan una serie de factores que se tomarán en cuenta a la hora de diseñar una señal luminosa (según la recomendación de la IALA E-200-2):

- Factor de condiciones del servicio
- Factor de reducción por filtro
- Condiciones locales (visibilidad)
- Luminancia de fondo
- Zona de utilización
- Evaluación de adecuación

4.1. Factor de condiciones de servicio (F_1)

En instalaciones prácticas, se tomará en cuenta la degradación de la intensidad luminosa bajo condiciones de servicio como resultado de la degradación de la fuente luminosa, la suciedad y la oxidación por el salitre de las linternas etc. Se tomará el valor de 0,75 (correspondiente a una reducción de la intensidad del 25%) como dicho factor de servicio.

4.2. Factor de reducción por filtro (F_2)

Tradicionalmente el color se generaba instalando un filtro entre la fuente de luz y el observador; este filtro generalmente se colocaba entre la luz y el sistema óptico, o era la propia óptica la que hacía de filtro. Este sistema

tiene el inconveniente de que produce una fuerte reducción en el rendimiento de la luz. La magnitud de ésta reducción (porcentaje de luz que deja pasar el filtro) debería de ser proporcionada por el fabricante. En el cuadro siguiente se recogen los valores típicos de este factor según el color.

Actualmente el uso de luces de LED para señales de corto y mediano alcance ha eliminado este problema de reducción en la intensidad de la luz.

PÉRDIDAS POR FILTRO	
LED	1
No LED: según ficha fabricante. Si no, utilizar:	
Blanco	1
Rojo	0.15 - 0.25
Verde	0.15 - 0.25
Amarillo	0.50 - 0.70

4.3. Condiciones locales

Las condiciones reinantes de visibilidad varían según los diferentes emplazamientos geográficos. Este hecho se tomará en cuenta a la hora de elegir un equipo luminoso. En el caso de que se disponga de datos de las condiciones de visibilidad existentes a nivel local se recomienda su uso especificando su origen y siempre que sean de una fuente oficial como la AEMET. En caso contrario, se utilizará la tabla siguiente cuyos datos proceden de observaciones realizadas por la AEMET durante el periodo 1995-2016. Los resultados de estas observaciones son muy similares a los tomados en el periodo 1965-1974 y que aparecen en el artículo de la Revista de Obras Publicas “Los coeficientes de transmisión atmosférica en los cálculos de señales marítimas, de Rafael Soler Gaya” y posteriormente en el libro de Normas Técnicas del MOPU de 1986. Estos valores se podrán actualizar en función de la disponibilidad de datos más precisos en el futuro.

VISIBILIDAD METEROLÓGICA EN MILLAS ⁽¹⁾		
UBICACIÓN	>70% días del año	>90% días del año
Cantábrico-Galicia	6,246	3,888
Huelva-Cádiz ⁽²⁾	7,469	5,220
Ceuta	5,760	3,780
Mediterráneo-Baleares	8,172	5,775
Canarias	11,699	8,549

⁽¹⁾ MELILLA: como no se dispone de datos se podrán utilizar los valores de Mediterráneo-Baleares

SEVILLA: los valores de visibilidad obtenidos son 6,839 M (70%) y 4,680 M (90%), pero sólo hay datos de la estación de Tablada

⁽²⁾ Se considerará desde Punta Europa (Gibraltar) hasta Ayamonte

En línea con el valor adoptado por otros servicios nacionales, la visibilidad mínima que se utilizará para el diseño de todas las señales luminosas, excepto los casos que se detallan más adelante, será la reinante en la zona un mínimo del 70% de los días del año; esto no quiere decir que el 30% restante la señal no preste sus funciones, pero el alcance esperado será menor.

Instalaciones especiales

Debido a la importancia de algunas instalaciones, en los siguientes casos se tomarán los valores de visibilidad que se dan en la zona, como mínimo, el 90% de los días:

- Luces de enfilaciones: se deberá calcular la intensidad necesaria de la luz para que esta cubra todo el segmento de utilización de la señal.
- Luces de sectores de precisión (PEL): cubrirá como mínimo toda la zona de utilización
- Luces de sectores: cuando este tipo de señales marquen un peligro o un bajo
- Y todas aquellas que se indiquen expresamente en su resolución de balizamiento

4.4. Luminancia de fondo (F_3)

La contaminación lumínica o luminancia de fondo, es un problema cada vez mayor debido al desarrollo de los núcleos urbanos y la iluminación existente en instalaciones portuarias que afecta a las luces de señalización marítima, produciendo una considerable reducción del alcance y llegando en algunos casos extremos a la total anulación de la señal. Por este motivo, se deberá intentar reducir esta luz de fondo con medidas como cuidar la orientación de los focos de alumbrado cercanos para que sólo alumbrén hacia el suelo y no proyecten luz hacia el mar.

Los diferentes niveles de luminancia de fondo harán necesarios diferentes valores de iluminancia, la última recomendación de la IALA establece que:

La iluminancia necesaria (E_t) de 2×10^{-7} lx en el ojo del observador corresponde a una situación sin ningún tipo de iluminación de fondo. Cuando las luces se perciben contra un fondo que contiene luces se aplicarán las correcciones necesarias: 2×10^{-6} lx cuando hay iluminación de fondo y 2×10^{-5} lx cuando hay mucha iluminación de fondo.

Evaluar cuándo nos encontramos en cada uno de estos tres niveles es complicado y muchas veces algo subjetivo; incluso las mediciones de campo para establecer una cifra del nivel de iluminación de fondo, puede que no den resultados concluyentes. Como norma general, se establecerán los siguientes criterios para evaluar qué nivel de iluminación de fondo debemos elegir para efectuar el cálculo, según las diferentes situaciones:

1. Sin luz de fondo ($E_t=2 \times 10^{-7}$ lx). Se considerará esta situación cuando no hay luz de fondo; también se admitirá la presencia de algunas luces de poca intensidad, diseminadas y en zonas alejadas de la luz de ayuda a la navegación y/o cuando exista resplandor reflejado en el cielo
2. Con luz de fondo ($E_t=2 \times 10^{-6}$ lx). Existe una luminosidad similar a la que nos encontraríamos en el interior de un puerto, una población con su paseo marítimo, etc. Sería la que utilizaríamos para situaciones normales de luz de fondo
3. Mucha luz de fondo ($E_t=2 \times 10^{-5}$ lx). Cuando existe una luminosidad excepcional, cuando, por ejemplo, hay focos de gran intensidad detrás de la señal marítima que se superponen a ésta, y/o están orientados hacia el observador en la dirección de utilización de la señal. También se utilizará en situaciones excepcionales, donde se haya verificado que con la aplicación del nivel 2 no se consigue un alcance necesario de la luz.

4.4.1 Luces de enfilación

Es importante tomar nota de que una luz de enfilación, como cualquier otra luz nocturna, tendrá un alcance nominal que corresponde con la distancia en que la iluminancia en el ojo del observador es de 2×10^{-7} lx. Sin embargo, la recomendación E-112 de la IALA sobre las luces de enfilación establece que la iluminancia necesaria para que un observador pueda emplear las luces de enfilación para la alineación nocturna será, como mínimo, de 1×10^{-6} lx. Puesto que el nivel de iluminancia que corresponde al alcance nominal es 5 veces menor que el nivel necesario para alinear las luces en el segmento de utilización, el concepto de alcance nominal no se suele aplicar a las luces de enfilación.

Por tanto, en el caso de las luces de enfilación hay que utilizar el valor $E_t = 1 \times 10^{-6}$ lx cuando la luminosidad de fondo sea nula, 1×10^{-5} lx cuando exista iluminación de fondo y 1×10^{-4} lx cuando exista mucha iluminación de fondo. Los criterios para establecer los diferentes niveles de luminancia de fondo, serán los mismos que para el resto de las luces, detallados en el punto anterior.

4.5. Zona de utilización

En algunas ocasiones puede ser necesario que el alcance de la luz sea diferente según su zona de utilización. Un claro ejemplo de ello puede ser el balizamiento de entrada a un puerto, en el que en el sentido de entrada se ve con mucha luz de fondo y, por tanto, se necesitaría mayor intensidad; pero en cambio, en el sentido de salida, se vería con fondo oscuro y sería necesaria una intensidad menor. Hoy en día, gracias a las linternas de LED es posible, y en algunos casos ya se han instalado, linternas con sectores de diferentes intensidades.

4.6. Evaluación de adecuación

Cuando sea posible, se realizará una evaluación subjetiva de la señal luminosa para confirmar su adecuación dentro de su zona de cobertura.

EJEMPLO NUMÉRICO DE CÁLCULO

Tenemos que instalar una señal en un puerto de la zona de Santander con las siguientes características:

- *Alcance luminoso = 3 M Que se deberá mantener, al menos, para la visibilidad existente el 70% de los días del año*
- *Color = verde (No utiliza filtro al tratarse de una Linterna LED)*
- *Característica = $0.5+3.5 = 4$*
- *Luz de fondo (nivel medio)*

Aplicamos las condiciones de visibilidad para la zona Cantábrico-Galicia que para el 70% le corresponde 6,246 M. Si el valor de visibilidad nos lo dieran en transmisividad atmosférica T , se pasaría a millas náuticas mediante la siguiente ecuación:

$$T = 0.05^{\frac{1}{V}}$$

1. La intensidad de cálculo se deducirá según:

$$I = (3,43 \cdot 10^6) \cdot E_t \cdot D^2 \cdot (0,05)^{-\frac{D}{V}}$$

2. Como tenemos luz de fondo media al aplicar este factor de reducción E_t pasa a valer 2×10^{-6} , entonces:

$$I_c = (3,43 \cdot 10^6) \cdot 2 \times 10^{-6} \cdot 3^2 \cdot (0,05)^{-\frac{3}{6,24}} \rightarrow I_c = 260,3 \text{ Cd}$$

3. Aplicando otras pérdidas la intensidad deberá ser:

$$I_e = \frac{I_c}{F_1} \Rightarrow I_e = \frac{259,81}{0,75} = 347,0 \text{ Cd}$$

Se consideran las siguientes pérdidas:

(F1) Pérdidas por condiciones de servicio: 0.75

4. Considerando que la duración del menor de los tiempos de luz es de 0.5, la intensidad estacionaria necesaria (la que debe dar el equipo) será:

$$I_o = \frac{I_e(\tau + a)}{\tau}; \rightarrow I_o = \frac{346,4(0,5 + 0,2)}{0,5} = 485,9 \text{ Cd}$$

5. DESLUMBRAMIENTO

El deslumbramiento se puede producir, en zonas donde tiene lugar la navegación cercana a luces de gran alcance, como pueden ser faros o luces de bocanas en los puertos. Es un fenómeno difícil de combatir, que en algunas ocasiones impide dotar de gran alcance a estas señales.

En señales marítimas se admite que se produce deslumbramiento, cuando E (iluminancia en el ojo del observador) alcanza un valor superior a 0.1 lux. La distancia a la que se produce deslumbramiento d_2 se denomina distancia de deslumbramiento y vale:

$$d_2 = \sqrt{\frac{I_e}{0.1}}$$

Donde:

I_e = intensidad eficaz en candelas

d_2 = distancia de deslumbramiento en metros

Para que haya deslumbramiento es evidente que el observador, además de estar a una distancia menor de d_2 (distancia de deslumbramiento), debe estar dentro del haz luminoso que depende de la divergencia vertical:

$$\delta (\text{rad}) = \frac{h}{2f}$$

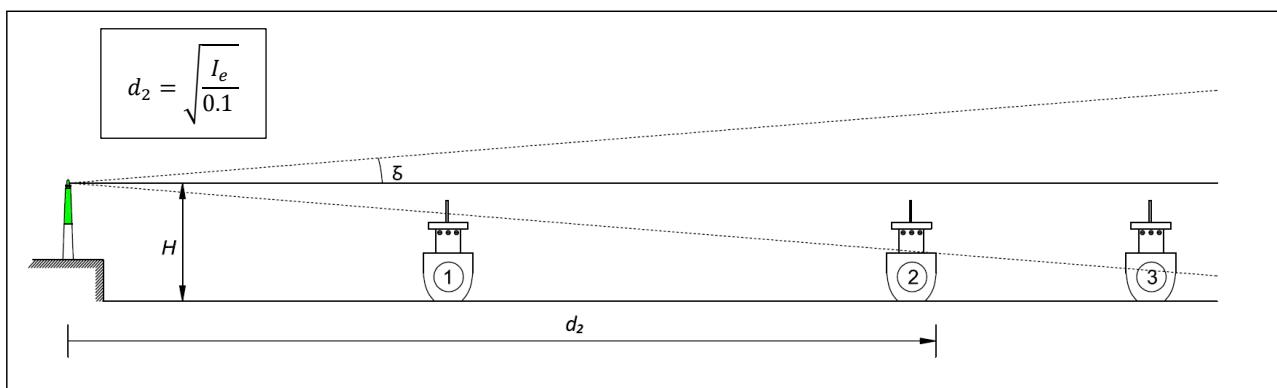
Donde:

δ = divergencia vertical

h = altura de la fuente luminosa en cm.

f = distancia focal en cm.

Aunque el deslumbramiento lo pueden producir muchos elementos como focos, farolas, etc. en el caso de señales marítimas, según lo anterior, se deduce que, para atenuar el deslumbramiento cuando éste sea un problema, se puede aumentar la altura del plano focal, reducir la intensidad o instalar pantallas.



En el caso 1 y 3 no habrá deslumbramiento, en el primero por estar fuera del haz y en el tercero por estar más allá de la distancia de deslumbramiento. En el nº 2 si habrá deslumbramiento, al estar en el interior del haz y dentro de la distancia en la que se produce deslumbramiento (d_2). Para que se produzca deslumbramiento se deben cumplir las dos condiciones.

ALCANCE GEOGRÁFICO

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Millas Náuticas	VALOR EXIGIDO	Según el alcance luminoso requerido
----------	----	----------------	-----------------	---------------	-------------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

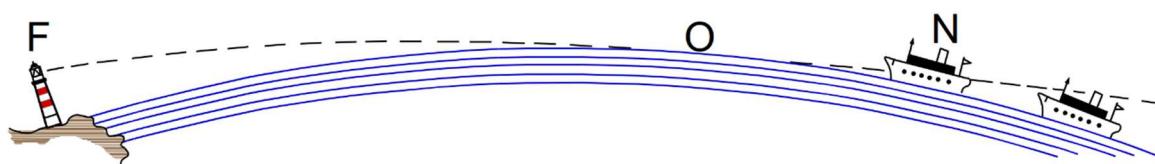
Guía aplicación MBS; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Alcance geográfico calculado para la Señal Nocturna

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El Alcance Geográfico es la máxima distancia a la que una luz se verá, debido a la curvatura de la tierra.



$$D = 2.08 \cdot (\sqrt{Hm} + \sqrt{ho})$$

 Hm = Altura de la marca, en metros, respecto del nivel del mar ho = Altura del observador, en metros, respecto del nivel del mar

D = Alcance geográfico en millas náuticas

2,08 = Refracción de la atmósfera (en nuestra zona geográfica)

ALTURA DEL OBSERVADOR EN METROS	ELEVACIÓN DE LA MARCA EN METROS																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	30	40	50	100	150	200
1	2,0	4,1	4,9	5,5	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,1	8,4	9,1	9,6	10,2	10,6	11,1	13,1	14,9	16,4	22,3	26,9	30,7
2	2,9	4,9	5,7	6,4	6,9	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,3	9,9	10,5	11,0	11,5	11,9	14,0	15,7	17,2	23,2	27,7	31,6
5	4,5	6,6	7,4	8,1	8,6	9,1	9,5	9,9	10,3	10,6	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,6	15,7	17,4	18,9	24,8	29,4	33,2
10	6,4	8,4	9,3	9,9	10,5	11,0	11,4	11,8	12,2	12,5	12,8	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	17,5	19,3	20,8	26,7	31,3	35,1
15	7,9	9,9	10,7	11,4	11,9	12,4	12,8	13,2	13,6	14,0	14,3	14,9	15,5	16,0	16,5	16,9	19,0	20,7	22,2	28,2	32,7	36,6
20	9,1	11,1	11,9	12,6	13,1	13,6	14,1	14,4	14,8	15,2	15,5	16,1	16,7	17,2	17,7	18,2	20,2	21,9	23,4	29,4	33,9	37,8

Valores del alcance geográfico en millas náuticas

DIVERGENCIA HORIZONTAL

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ *	VALOR OBTENIDO	Grados	VALOR EXIGIDO	Según instalación
----------	------	----------------	--------	---------------	-------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendación IALA Guideline No. 1065; Recomendación IALA serie E-200

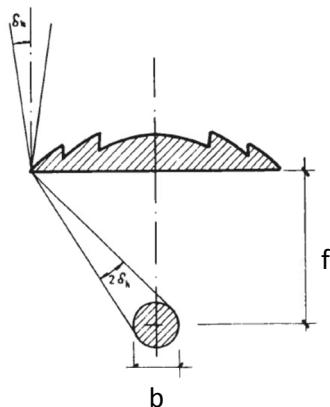
APARECERÁ EN PROYECTO:

Divergencia mínima al 50% de la intensidad que deberá tener el equipo luminoso.

* En la mayoría de las ocasiones será un dato suministrado por el fabricante y no será necesario hacer el cálculo.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Es el ángulo que definen los límites del haz luminoso emergente del conjunto fuente luminosa y sistema óptico, en el plano horizontal, dentro del cual su intensidad es igual o superior al 50%. Este ángulo tiene mucha importancia en los sistemas giratorios ya que será, junto con la velocidad de rotación, lo que defina la duración de los destellos.



Divergencia horizontal:

$$2\delta_h = \frac{b}{f} \cdot \frac{180}{\pi}$$

 $2\delta_h$ = Divergencia horizontal "total" en grados b = Ancho de la fuente de luz en cm. f = Distancia focal en cm.

La duración del destello en una óptica giratoria viene definida por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{2 \cdot \delta_h \cdot 60}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{n} = \frac{\delta_h \cdot 60}{\pi \cdot n}$$

donde:

 T = Duración máxima del destello $2\delta_h$ = Divergencia horizontal "total" en radianes n = nº de vueltas por minuto

DIVERGENCIA VERTICAL

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ *	VALOR OBTENIDO	Grados	VALOR EXIGIDO	Según instalación; para boyas ver ficha N° 27
----------	------	----------------	--------	---------------	---

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendación IALA Guideline No. 1065; Recomendación IALA serie E-200.

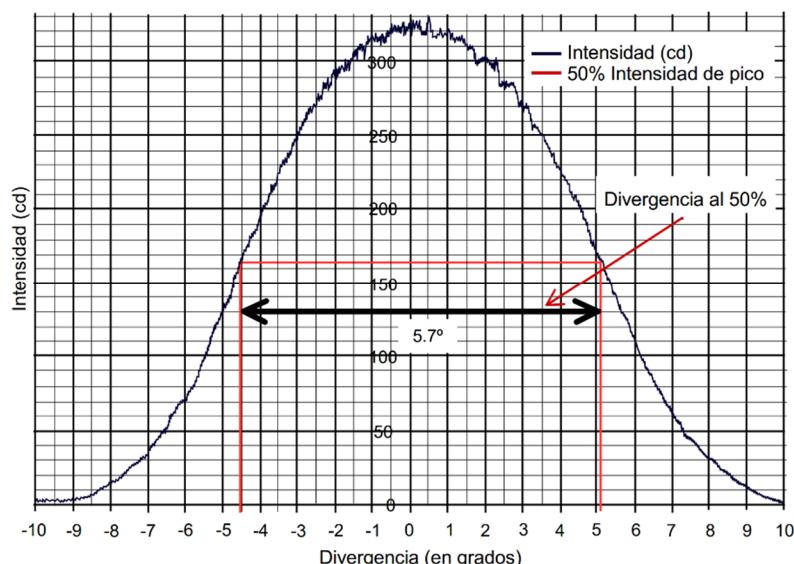
APARECERÁ EN PROYECTO:

Divergencia mínima al 50% de la intensidad que deberá tener el equipo luminoso. Si es necesario el estudio de cobertura del haz luminoso (distancia a la que corta con el mar según la altura del observador), aparecerán los cálculos en el proyecto o descripción gráfica.

* En la mayoría de las ocasiones será un dato suministrado por el fabricante y no será necesario hacer el cálculo.

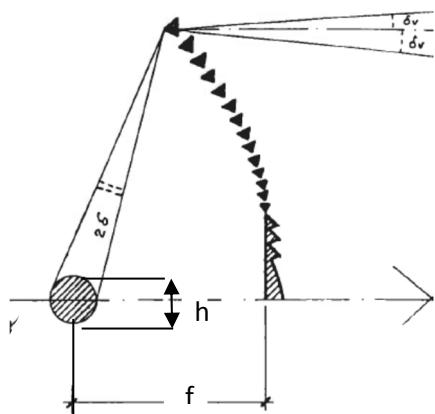
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

La divergencia vertical de un sistema óptico es el ángulo que definen los límites del haz luminoso emergente del conjunto fuente luminosa y sistema óptico en el plano vertical, dentro del cual su intensidad es igual o superior al 50%.



La divergencia vertical deberá ser de un valor suficiente para que el haz luminoso no pase por encima del observador, este problema es más común en luces que se encuentran a mucha altura sobre el nivel del mar.

La divergencia vertical es un dato muy importante en las linternas de las boyas, si el ángulo de divergencia es muy pequeño, el observador puede quedar fácilmente fuera de su cobertura, debido al balanceo originado por el oleaje, dificultando y creando confusión en el reconocimiento de la señal.



Cálculo de la Divergencia Vertical:

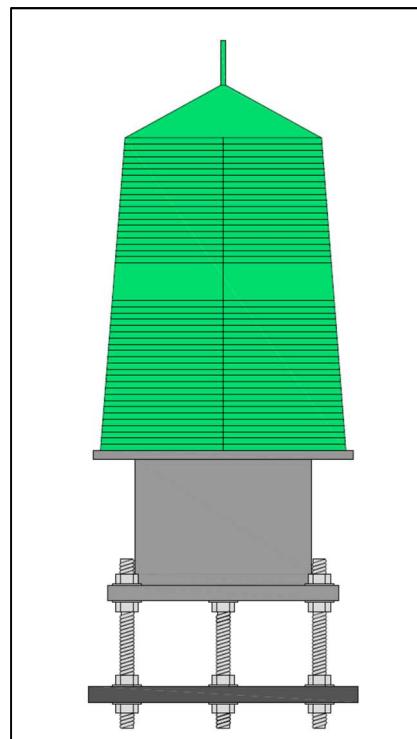
$$2\delta_v = \frac{h}{f} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$2\delta_v$ = Divergencia vertical "total" en grados

h = Altura de la fuente de luz en cm.

f = Distancia focal en cm.

Es muy importante que la linterna este bien nivelada para que su divergencia vertical respecto al suelo se mantenga constante en todo el arco del horizonte. Para conseguir esto, se deberán instalar sistemas que permitan nivelar la linterna.



Sistema de nivelación con tuerca y arandelas de bloqueo

APANTALLAMIENTOS

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Demoras	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	---------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Libro de Normas Técnicas 67.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Indicar gráficamente sectores o zonas desde donde no deba ser visible la señal (si los hay).

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

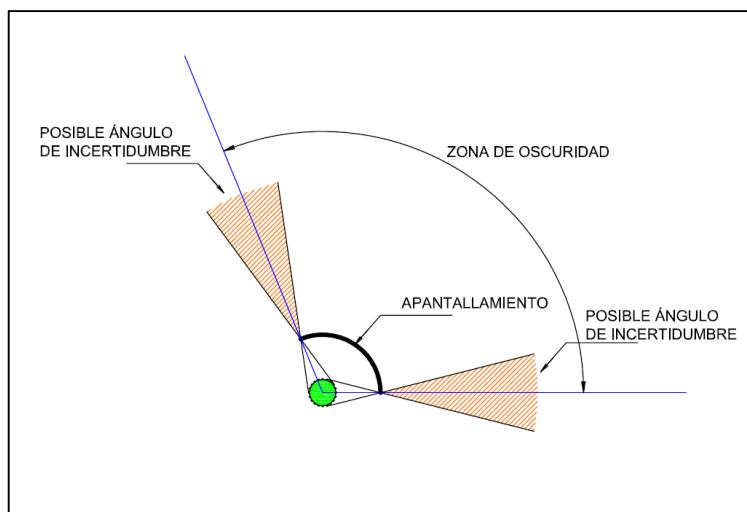
Un apantallamiento se refiere a la disposición de pantallas opacas sobre las linternas para producir sectores de oscuridad absoluta, evitando así, que la señal sea visible desde una o varias zonas.

Cuando se instale uno de estos dispositivos, se tratará de reducir, en la medida de lo posible, los ángulos de incertidumbre, por lo que las luces puntuales serán más adecuadas para conseguir apantallamientos eficaces (ver ficha 25).

Apantallamientos en linternas LED

En la actualidad, en muchos modelos de linternas de LED modernas, realizar un apantallamiento, cuando se requiere un mínimo de precisión, es una tarea muy difícil, y en algunos casos imposible; esto es debido, a que en muchas de ellas el sistema óptico va integrado en la propia linterna, por lo que la fuente de luz no es puntual, como puede ser el caso de las linternas de coronas de LEDs.

En estos tipos de linternas cuando se coloca un apantallamiento se producen unos ángulos de incertidumbre muy grandes (ver ficha 25), por lo que cuando sean necesarios sectores de oscuridad será preciso asegurarse de que la linterna elegida es capaz de proporcionar la precisión requerida.



SECTORES

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	Demoras	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	---------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recom. IALA 1041 On Sector Lights 2016.

APARECERÁ EN PROYECTO:

La luz, con sus sectores indicados gráficamente; el alcance, tanto de la luz nocturna como de la diurna, si lleva; las demoras que delimitan los sectores, contadas desde la mar y el ángulo de indeterminación máximo admisible.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

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

La forma tradicional de generar un sector consiste en una fuente de luz puntual (por lo general una lámpara), con una lente de horizonte, en la que se instala un elemento de cristal o plástico coloreado, bien en el exterior de la óptica o entre ésta y la propia fuente luminosa, apantallando la luz para producir el sector del color requerido.

Este sistema de generar los sectores hace que, en la zona de transición entre los dos sectores, se cree una zona de indeterminación del color en la que el marino es incapaz de discriminar en cuál de los dos sectores se encuentra, llamada ángulo de incertidumbre. Esta es una característica muy importante de las luces de sectores.

El ángulo de incertidumbre o indeterminación, siempre debe de quedar dentro de la zona segura cuando los sectores se utilicen para señalizar un bajo o peligro.

Otra característica a tener en cuenta, cuando se utilizan filtros ópticos con una fuente de luz puntual es que, debido a sus diferentes factores de transmisión, se produce una variación en la intensidad luminosa en cada sector de distinto color, produciendo variaciones en el alcance.

En muchas ocasiones las demoras definidas por los sectores deben de ser muy precisas, para asegurarse de que éstas se mantienen con exactitud, las estructuras de soporte tienen que ser particularmente resistentes a las torsiones producidas por el viento u otras causas, para que no se produzcan movimientos o vibraciones, que generen variaciones en la demora ya que estas variaciones, a cierta distancia pueden verse incrementadas considerablemente, hasta el punto de que el sector no marque correctamente una zona de peligro.

LUZ DIRECCIONAL

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Demoras	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	---------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recom. IALA 1041 On Sector Lights 2016; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

La luz, con sus sectores indicados gráficamente; el alcance, tanto de la luz nocturna como de la diurna, si lleva; las demoras que delimitan los sectores, contadas desde la mar y el ángulo de indeterminación máximo admisible.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Para establecer una luz direccional en la actualidad se utiliza una Luz Direccional de Sectores de Precisión también conocida como PEL.

Una Luz Direccional de Sectores de Precisión es una forma especializada de luz de sectores que genera unos bordes de sectores muy bien definidos. El cambio completo de color en el borde de un sector (ángulo de incertidumbre) se produce en un ángulo menor de 1 minuto en la mayoría de los modelos.

Cuando la luz Direccional tenga utilización diurna deberá disponer de sistemas de reducción de intensidad luminosa en modo nocturno para evitar deslumbramientos.

Cuando se utilice como enfilación o para evitar un peligro, los sectores rojo y verde que marcan los límites laterales deberán estar dentro de la zona navegable o libre de peligro.

Una de las características de las luces PEL es que los sectores generados no suelen ser muy grandes, por lo general la suma de todos ellos no suele superar los 15°. Cuando se requieren sectores más amplios es necesario utilizar combinaciones de varios equipos.

ANGULO DE INCERTIDUMBRE

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	Sí*	VALOR OBTENIDO	Grados	VALOR EXIGIDO	El menor posible
----------	-----	----------------	--------	---------------	------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recom. IALA 1041 On Sector Lights 2016.

APARECERÁ EN PROYECTO:

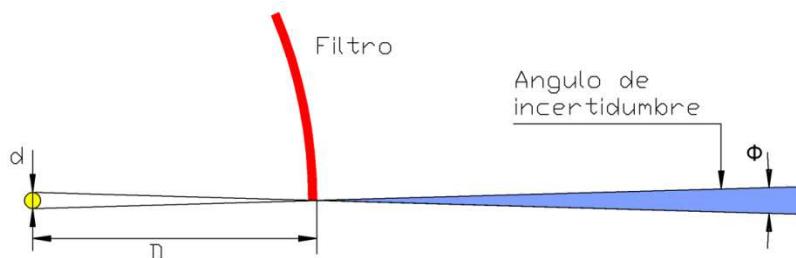
El ángulo de indeterminación máximo admisible.

*Si fuese necesario se calculará según la recomendación IALA 1041

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Ángulo de incertidumbre en las luces de sectores

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 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:

$$\Phi_{Grados} = \frac{d}{D} \cdot \frac{180}{\pi}$$

Donde:

d = Es la anchura del filamento

D= Distancia de la fuente al filtro

De aquí 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 las luces de sectores.

El ángulo de incertidumbre o indeterminación siempre debe de quedar dentro de la zona segura cuando los sectores se utilicen para señalizar un bajo o un peligro.

El uso de filtros para producir sectores en luces giratorias clásicas no es recomendable cuando se requiere precisión en los sectores generados, debido a los grandes ángulos de incertidumbre que se generan; hay que tener en cuenta que la "anchura del filamento" en este caso, sería la de todo el panel óptico.

BOYAS

AYUDA FLOTANTE

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	VALOR EXIGIDO	Descripción detallada
----------	----	----------------	---------------	-----------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

Normas Técnicas sobre Obras e Instalaciones de Ayudas a la Navegación, MOPU 1986; Guideline IALA 1006 Boyas de Plástico; Guideline IALA 1047 Comparación de Costes de Diferentes Tecnologías de Boyas; Guideline IALA 1065 Divergencia vertical del haz de luz de las AtoN; Guideline IALA 1094 Marcas diurnas para AtoN; Guideline IALA 1099 Diseño Hidrostático de Boyas.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Justificación del modelo de boyas elegido. Descripción de las características del modelo, sus dimensiones y pesos, tanto de la boyas como de los elementos que la forman y los equipos instalados en ella. Las principales características que deberán aparecer son las siguientes:

- Tipo (cola, faldón, pértiga, etc.)
- Descripción y características de los principales elementos (flotador, castillete, cola, marca de tope, etc.); detalles constructivos; tratamientos de superficies y RAL o coordenadas cromáticas de las pinturas utilizadas o de los pigmentos embebidos en el plástico; pesos y dimensiones, etc.
- Altura del plano focal
- Calado aproximado
- Volumen del flotador
- Diámetro en la línea de flotación
- Flotabilidad
- Desplazamiento
- Reserva de flotabilidad
- Centro de carena o de empuje*
- Centro de gravedad*

* Aunque parezca excesivo, es conveniente que el fabricante o suministrador proporcione estos datos en condiciones estáticas de la boyas. Servirán para efectuar los cálculos oportunos y poder evaluar comportamientos dinámicos. La adición del tren de fondeo modificará esos valores estáticos, pero serán de mucha utilidad para los posteriores cálculos de comportamiento dinámico.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

DIMENSIONES

El tamaño de una boyas se determinará en función de la zona en donde se va a fondear; las dimensiones y pesos de los equipos que sean necesarios montar; la distancia de reconocimiento necesaria de la marca diurna y alcance geográfico de la luz, lo que determinará la altura y el tamaño necesario del castillete de la boyas. En el cuadro siguiente se muestran unas dimensiones mínimas orientativas del tamaño de la boyas y su uso, determinadas por la experiencia acumulada en la valoración del comportamiento y visibilidad de los diferentes tamaños de boyas en función del diámetro del flotador.

Ø Flotador (mm)	Aplicación
1000-2000	Zonas abrigadas
2000-3000	Zonas semiabrigadas
≥3000	Mar abierto

MARCA DIURNA

En una boyas es obligatorio transmitir información del tipo de señal que es, además de por el color, también a través de la "forma", por ello es **obligatorio la instalación de la marca de tope**, aunque en el caso de las marcas laterales, si la forma de toda la boyas es un cono o cilindro perfectamente definido y de proporciones adecuadas, no sería obligatorio, aunque siempre es aconsejable por el aporte de definición que proporciona. Se tendrá la precaución de que la marca de tope no proyecte sombra sobre los paneles fotovoltaicos de la linterna, si esta es de un modelo compacto autónomo.

Las estructuras de los castilletes tienen que tener suficiente tamaño y superficie para que, además de poder soportar los equipos, haga las funciones de marca diurna y tenga una distancia de reconocimiento suficiente. Si es necesario, se añadirán aletas, paneles o láminas para aumentar la superficie, evitando siempre que la boyas pierda las condiciones de estabilidad necesarias.

En las boyas que definen canales, es obligatorio poner el número de orden de boyas en el canal desde el mar hacia tierra, pares a babor e impares a estribor. El número, además de tener el tamaño y las proporciones adecuadas, estará colocado preferentemente en la parte superior del castillete, y en un número suficiente de caras para que se pueda ver en cualquier posición que adopte la boyas (normalmente en cuatro caras).

Cuando el mensaje este formado por franjas horizontales de varios colores, como es el caso de las marcas cardinales, laterales modificadas, o de peligro aislado, se procurará que las superficies visibles de cada color tengan tamaños similares; debido a esto, se intentará no utilizar los flotadores de las boyas como parte del mensaje; los colores que forman éste deberán ir preferentemente pintados sobre el castillete o espeque; si fuese necesario utilizar el flotador como parte del mensaje, la superficie pintada de éste, deberá tener un tamaño similar a las demás superficies que componen el mensaje.

También hay que tener especial cuidado en la ubicación de los paneles fotovoltaicos, sobre todo en las marcas cardinales, ya que al ser éstos de color oscuro, pueden dar lugar a confusión con una banda de color negro donde no debe de haberla.

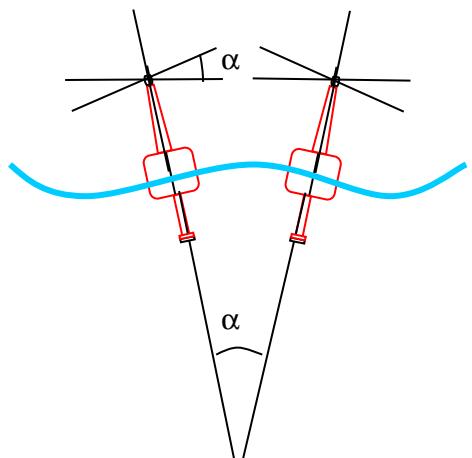
REFLECTOR DE RADAR

Como norma general, todas las boyas deben de estar provistas de reflector de radar, únicamente pueden prescindir de él, las grandes boyas metálicas que tengan suficiente tamaño para ser un blanco detectable por el radar en las distancias expresadas en el cuadro.

Distancia de reconocimiento Radar recomendada (millas náuticas)	Aplicación
0,5-0,75	Zonas abrigadas
0,75-1,5	Zonas semiabrigadas
1,5-2	Mar abierto

ESTABILIDAD

Debido al cabeceo propio de las boyas, puede ocurrir que la oscilación excesiva del eje vertical de la boyas, provoque que la característica la señal quede falseada, al no observarse completamente toda la secuencia de los destellos. Para evitar este problema, todas las linternas destinadas a su uso en boyas deberían tener un ángulo de divergencia vertical igual o mayor que el ángulo máximo de oscilación de la boyas.



En el siguiente cuadro se proporcionan los ángulos de divergencia vertical mínimos recomendados en función de la zona de exposición de la boya:

Divergencia vertical α (grados)	Aplicación
6°	Zonas abrigadas
8°	Zonas semiabrigadas
10°	Mar abierto

BOYAS DE PLÁSTICO

Como norma general, para conservar la flotabilidad de la boya, a pesar de la posible rotura del flotador por abordaje o cualquier otra contingencia, el núcleo de flotador será de espuma de polietileno de célula cerrada, con una densidad mínima de 35 kg/m³ y con una absorción de agua inferior al 1% en inmersión durante 7 días

BOYAS DE POLIETILENO ROTOMOLDEADO

Las Boyas de Polietileno están compuestas por una estructura de polietileno rotomoldeado, complementado con estructuras metálicas, si solo se realiza el flotador con este material. El rotomoldeo es un proceso en el cual se utiliza polvo de polietileno como materia prima, este es colocado en un molde y, por medio de rotación bi-axial y calentamiento, el polietileno se adhiere a la pared del molde para formar una pieza hueca.



Con el rotomoldeo se consigue casi cualquier forma, incluyendo el flotador y superestructura en el mismo molde, es decir, prácticamente el cuerpo entero de la boya o bien solamente el flotador. El resultado del rotomoldeo es una estructura plástica densa, hueca y relativamente poco elástica.

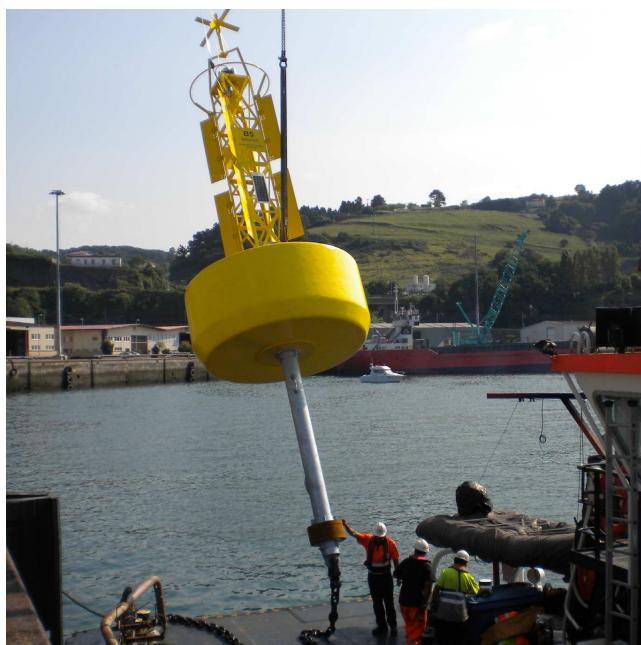
Para conseguir la insumergibilidad frente a impactos, deberá rellenarse el flotador de espuma de poliuretano de célula cerrada, para la no absorción de humedad, aunque exista penetración de agua en el cuerpo de la boyas o dividir el flotador en diferentes módulos estancos independientes de forma que la boyas pueda mantenerse a flote con una o varias secciones inundadas.

El color final del cuerpo de la estructura se consigue mediante la introducción de pigmentos en el proceso de rotomoldeo, embebiendo el plástico con el color requerido, por lo que no es necesario su pintado posterior. Es muy importante el asegurarse que el proceso de pigmentación se complementa con la adición de los necesarios estabilizadores de color contra la decoloración producida por los rayos ultravioleta y demás agentes atmosféricos, ya que sin estos la permanencia del color asignado como marca diurna no se puede garantizar en un plazo de tiempo prudencial. Hay que tener en cuenta que el pintado de estos materiales es extremadamente complicado.

Son boyas que aguantan bien las posibles colisiones contra ellas, y en caso de rotura es posible su reparación mediante un proceso de soldadura plástica en frío, de fácil aplicación.

BOYAS DE ELASTÓMERO

La principal ventaja de las boyas de elastómero es su flotador, de gran ligereza y elasticidad, fabricado mediante el arrollamiento de una lámina sólida de espuma de polietileno de célula cerrada, que garantiza la no absorción de humedad en el núcleo, y posteriormente proyectando sobre ese núcleo una capa de poliuretano elastómero del grosor adecuado para garantizar su solidez.



Esta capa de elastómero se proyecta con el pigmento en el color requerido, por lo que tampoco es necesario su pintado posterior, pero, al igual que en las boyas de polietileno, se deberá comprobar que la boyas mantiene la marca diurna correcta. En este material, al contrario que en las de polietileno, el pintado resulta más fácil.

Por su construcción maciza son prácticamente insumergibles, incluso ante un fuerte impacto, siendo capaces de soportar repetidas colisiones sin sufrir deformaciones. Este tipo de flotador se complementa con las estructuras necesarias del resto de la boyas.

BOYAS ARTICULADAS DE PÉRTIGA

Este tipo de boyas se utiliza cuando las convencionales no puedan dar respuesta a necesidades concretas de un determinado balizamiento, ya sea por problemas de calado o bien por la necesidad de marcar con precisión un canal o una determinada situación.

Están constituidas por un tubo metálico que dispone de un flotador que permanece sumergido, el cual le proporciona una excelente estabilidad, dado el bajo metacento que así se consigue, y con un anclaje articulado y normalmente flexible, situado en el peso muerto que las fija en su propia vertical, por lo que carecen prácticamente de borneo y giro. Por esta misma razón carecen también del tren de fondeo convencional.

Se fabrican a medida, dado que la longitud de la cola, el tamaño del flotador y las dimensiones del peso muerto dependen estrictamente del calado donde va a estar fondeada, de las condiciones del oleaje local y de la altura focal requerida. Esta es una de las características que las hace más interesantes, ya que podemos elegir la altura del plano focal que más nos interese, en función del alcance asignado, algo que sería imposible cumplir con una boyá convencional.



BOYAS DE ESPEQUE

Las boyas de espeque utilizadas para ayudas a la navegación se caracterizan por su adecuación a condiciones marítimas extremas, particularmente en zonas de rompientes. Fabricadas en forma de torpedo y con una reducida reserva de flotación, la boyá tiende a tumbarse y a sumergirse en condiciones de olas rompiéntes, ofreciendo una baja resistencia y solicitando de forma mínima el tren de fondeo.

Este tipo de boyas están fabricadas normalmente con poliéster reforzado con fibra de vidrio o polietileno y en su interior están parcialmente llenas con espuma de polietileno de célula cerrada para evitar el hundimiento en caso de rotura del casco.

La colocación de este tipo de boyá requiere un estudio detallado de las profundidades en las que va a operar, ya que su reserva de flotación es limitada y el diseño del tren de fondeo es crítico para su buen funcionamiento.



BOYAS – TREN DE FONDEO

AYUDA FLOTANTE

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Descripción detallada	VALOR EXIGIDO
----------	----	----------------	-----------------------	---------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Normas Técnicas sobre Obras e Instalaciones de Ayudas a la Navegación, MOPU 1986; Guideline IALA 1066: Diseño de Fondeos para Ayudas Flotantes a la Navegación; Recomendaciones para Obras Marítimas ROM 0.5-95 Acciones Climáticas. Viento. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente; Recomendaciones para Obras Marítimas ROM 0.3-91 Oleaje. Anejo I. Clima marítimo en el litoral español. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Justificación del tipo de tren de fondeo elegido y configuración del mismo.

Descripción y cálculo de todos los elementos que lo conforman.

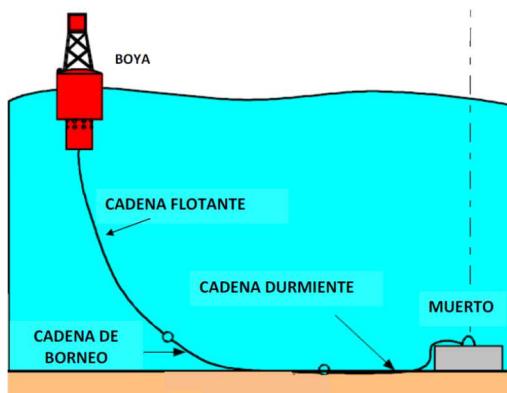
Esquema del tren de fondeo, aportando dimensiones, pesos, composición y resistencia a la rotura de todos sus elementos, incluido el peso muerto o el anclaje.

Se aconseja aportar un pequeño resumen del plan de mantenimiento, donde se describa la periodicidad de las inspecciones del tren de fondeo y las principales tareas a realizar.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El tren de fondeo es el elemento que mantiene la boyas en una posición preestablecida. Básicamente consiste en un amarre que puede ser de cadena o cable de acero, sintético o elástico, unido a un peso muerto de hormigón o hierro, aunque algunas veces se utilizan anclajes sobre rocas.

El más habitual es el de cadena. Un tren de fondeo de cadena tradicional consta de tres partes: 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 boyas; y el tramo durmiente, que yace sobre el fondo del mar fijado al peso muerto. La sección de roce es la que experimenta normalmente el mayor desgaste, por lo que este tramo es el más importante a la hora de inspeccionar.



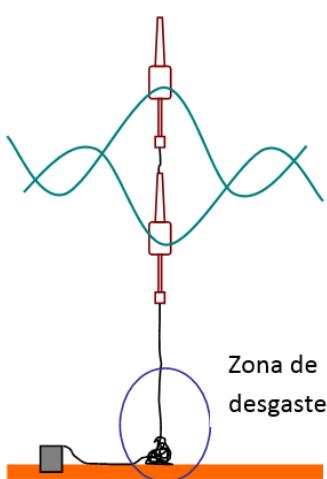
Es importante que todos los elementos metálicos del tren de fondeo que estén en contacto entre sí sean del mismo o muy similar tipo y calidad. Esto evitará problemas de corrosión galvánica. Cuando se utilice acero de alta resistencia en la cadena, todos los demás elementos que compongan el tren de fondeo deberán también ser de alta resistencia.

No se deben utilizar mallas de ayuste en la unión de tramos de cadenas. Cuando se efectúen uniones, éstas deberán realizarse con grilletes rectos con bulón roscado y tuerca, y siempre fuera de la zona de roce de la cadena, es decir, calcular siempre el tramo de roce con las uniones efectuadas de tal manera que no lleguen a trabajar, en la medida de lo posible, en la parte más crítica de esa sección.

Para efectuar las uniones en las diferentes secciones del tren de fondeo se aconseja la utilización de los grilletes con bulón roscado con tuerca y pasador de seguridad, de lira o recto, en función de la orientación de la tracción. En tiro recto se utilizarán grilletes rectos y con tracciones que puedan tener componentes transversales, grilletes de lira.



Hay que tener en consideración que la sección de roce no sólo se desgasta por el contacto con el fondo. Su mayor deterioro se origina por el choque entre eslabones al subir y bajar la cadena, obligada por la boyas a seguir las oscilaciones verticales producidas por el oleaje, sobre todo en condiciones de mar de fondo y poco viento, en donde la situación de la boyas y la cadena es prácticamente vertical. Por eso es muy importante el prever en los cálculos el sobredimensionado del diámetro de la cadena en esa sección.



Hay que tener en cuenta, además, el gran incremento en peso y resistencia dinámica en la obra viva de la boyas y en los, aproximadamente, 10-15 primeros metros del tren de fondeo, que provoca el crecimiento vegetativo y orgánico en esas partes sumergidas. A pesar de las protecciones de patentes antiincrustantes, si las boyas permanecen en estación por encima de los dos años, es muy probable que se produzcan este tipo de inconvenientes.

Los resultados de la comprobación de los puntos críticos de desgaste del tren de fondeo, con la boyas en estación, efectuada con medios subacuáticos, deben tomarse con bastante prudencia. La imposibilidad de tomar medidas y verificar los puntos críticos de contacto, al estar sometido a tensión todo el sistema, hace que la operación más aconsejable sea la de subir todo el tren para verificar a bordo los desgastes y posibles debilidades de los elementos.

Cuando tengamos constancia de que algún punto concreto del amarre del tren de fondeo sea susceptible de un anormal desgaste, es interesante el protegerlo con casquillos plásticos, preferentemente de nylon o teflón, este último un poco más blando, pero con ciertas propiedades lubricantes.



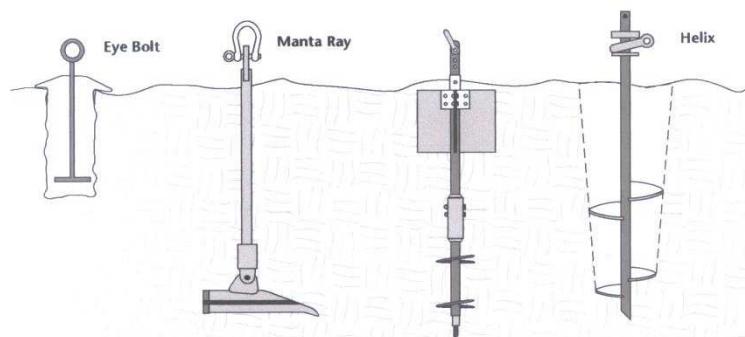
TIPOS DE ANCLAJE

Podemos definir dos tipos de anclaje del tren de fondeo en función de la manera de trabajar:

- Situados en el fondo por gravedad
- Instalados en el fondo mecánicamente.

Los situados en el fondo por gravedad son los más habituales, utilizando un bloque de peso muerto al que va unido el tramo final del tren, que normalmente es de cadena de eslabones, al ser el material más polivalente y fiable, o bien, utilizando anclas de hierro o acero trabajando en tracción, en las que también remata el final del tren de fondeo, siendo en este caso obligatorio el uso de cadena por la necesidad de que la tracción al ancla se efectúe tangencialmente. Los bloques de hormigón o metálicos tienen la propiedad de ir afirmándose en el fondo, si este es blando, proporcionando un efecto de succión que aumenta notablemente la firmeza del tren de fondeo, característica que hace que sean los más empleados.

Los instalados en el fondo mecánicamente son los que quedan embebidos en el fondo, normalmente blando, de arena, fangos o cascajo y de relativa poca profundidad; hechos firmes con medios hidráulicos de torsión los helicoidales o de perforación y posterior relleno. Son adecuados para balizamientos donde existan fondos ecológicamente sensibles, pequeños radios de borneo, poca profundidad, ríos etc. Este tipo de anclajes soportan bien cualquier clase de tren, ya sea cadena, cable, elastómero o cabo. Pueden trabajar en amarre tenso, normalmente con elastómeros, sin que ningún tramo del tren de fondeo esté en contacto con el fondo.



El fondeo más habitual es el que utiliza en su tren la cadena de eslabones y peso muerto de hormigón. Es muy polivalente, robusto y económico y si se respetan las adecuadas consideraciones en su cálculo y elementos de unión, también es muy fiable. Los pesos muertos de hierro tienen la ventaja de su menor volumen y mejor manipulación, y también una mejor penetración en fondos blandos, pero les penaliza su coste en comparación con los de hormigón.

PROCESO DE CÁLCULO

Existen diversos procedimientos para el cálculo del tren de fondeo, así como programas de ordenador de distintas casas comerciales.

En la Guideline IALA 1066 se describe la metodología para calcular las dimensiones de un fondeo de cadena y el peso ideal del muerto necesario, en estos cálculos se supone que:

- El eje de la boyá sea vertical bajo la mayoría de las condiciones de corriente y viento.
- La reserva de flotabilidad de la boyá totalmente equipada es suficiente bajo las peores condiciones de viento y marea.
- El arrastre debido al flujo del agua sobre la cadena de fondeo no sea significante en las corrientes de menos de 5 nudos y en profundidades de agua de menos de 40 m. Para emplazamientos más profundos y/o con mayores corrientes serán necesarios cálculos adicionales.

A continuación, se hará una breve descripción del modelo de cálculo tren de fondeo con cadena descrito en la Guideline IALA 1066, para ello será necesario:

- Conocer las dimensiones de la superestructura de la boyá y la marca diurna para calcular las cargas ejercidas sobre la cadena por el viento.
- Tener datos pormenorizados sobre el cuerpo de la boyá, el tubo de la cola o el faldón para calcular las cargas ejercidas sobre el fondeo por la corriente o marea.
- Conocer las dimensiones físicas y el desplazamiento de la boyá elegida para poder calcular el francobordo bajo las condiciones máximas de carga del fondeo. Los datos ambientales para el emplazamiento del amarre proporcionarán información sobre las condiciones adversas o extremas de viento y marea, y las alturas máximas de las corrientes y el oleaje. Asimismo, es preciso saber en qué tipo de fondo va a asentarse el muerto.

Tipos de fondeo

Podemos definir tres tipos de fondeo tradicional con peso muerto y cadena, diferenciándolos en función de la tensión de la cadena:

- El Fondeo intermedio;
- El Amarre Flojo;
- El Amarre Tenso.

Pueden utilizarse las fórmulas para el caso de "fondeo intermedio" para calcular las cargas sobre el fondeo, el tamaño de la cadena, la longitud de la cadena, el tamaño del muerto, el radio de borneo máximo y la reserva de flotabilidad de la boyá. Para ello habrá que conocer los datos relevantes de la boyá y las fuerzas ambientales: corriente, viento, marea, etc. que soportará.

Si el radio de borneo calculado no cumple con las exigencias de navegación, habrá que replantear el diseño de los amarres utilizando una cadena más pesada o realizar los cálculos con las 'Fórmulas de Amarre Tenso' para conseguir un amarre aceptable. Es posible que después de calcular la nueva reserva de flotabilidad sea necesario reevaluar la idoneidad de la boyá y, en su caso, elegir otra.

Si el radio de borneo obtenido a partir de las 'Fórmulas de fondeo intermedio' no plantea problemas, se puede investigar con las "Fórmulas de Amarre Flojo", para ver cómo un aumento en la longitud de la cadena puede ayudar a reducir las cargas sobre el muerto o incluso reducir su tamaño.

A continuación, se presenta una descripción de estos tres tipos de fondeo y se explica cómo pueden calcularse las cargas de los amarres.

1. Fondeo intermedio

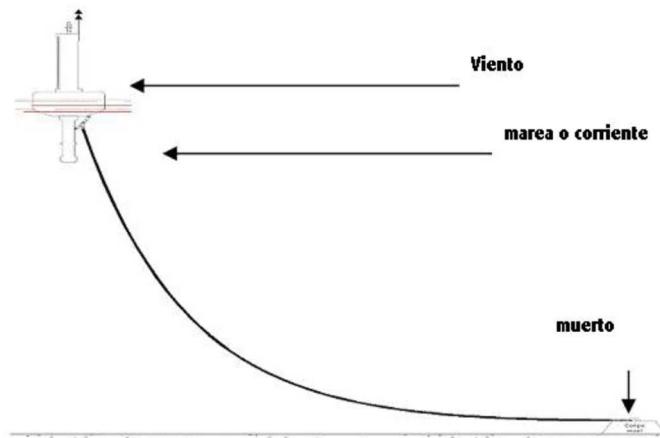


Figura 1. Fondeo intermedio

El intermedio (Véase la Fig. 1) es el estado de fondeo ideal, en el que la catenaria de la cadena de fondeo se encuentra en el fondo del mar, tangencialmente al muerto, cuando la boyas se ve expuesta a las máximas cargas de viento y marea (o corriente). Las cargas de amarre se transmitirán horizontalmente al muerto, que estará funcionando de la manera más eficaz posible.

1.1 Fondeo intermedio. Cargas

Se calculan las cargas a las que la boyas se ve sometida por el viento y por la corriente mediante las siguientes fórmulas:

$$T_{ho} = F_w + F_d$$

Siendo

T_{ho} la carga horizontal provocada por el viento y la corriente en Newtons

F_w la máxima carga del viento sobre la boyas en Newtons

F_d la máxima carga de la marea (o la corriente) sobre la boyas en Newtons

$$F_w = \frac{1}{2} \rho_a V_w^2 A C_w$$

Siendo

ρ_a la densidad del aire en Kg/m³

V_w la máxima velocidad del viento en m/s

A el área de la sección transversal de la boyas expuesto al viento en m²

C_w el coeficiente de arrastre aerodinámico de las partes de la boyas expuestas a las cargas del viento.

Los valores típicos de C_w son los siguientes:

Cilindro 0,3 a 0,4

Chapa Plana 1,0

Celosía (ángulos) 1,2

Celosía (tubería) 0,3 a 0,4

$$F_d = \frac{1}{2} \rho_o V^2 A C_d$$

Siendo:

ρ_o la densidad del agua marina en Kg/m³

S el área de la sección transversal de las áreas sumergidas de la boyas en m²

V la máxima velocidad de la corriente o marea en m/s

C_d el coeficiente de arrastre hidrodinámico de las distintas secciones sumergidas de la boyas. Los valores típicos de C_d son 0,55-0,65 (sin incrustaciones) según el tipo de boyas.

1.2 Tamaño de Cadena para fondeo intermedio

Se puede determinar el tamaño práctico de la cadena realizando pruebas sobre la resistencia y el peso sumergido de varios tamaños de cadena comercial disponibles, empleando las siguientes fórmulas:

$$R_c \geq 5(pgH + T_{ho})$$

Siendo:

R_c la carga de prueba de la cadena en Newtons.

p la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (la masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

H la máxima profundidad en el lugar de fondeo en metros, que debería incluir la altura de ola.

T_{ho} la carga horizontal debido a la boyas, que equivale a la carga horizontal de amarre en el muerto en Newtons.

g la aceleración, debido a la gravedad, en m/s²

El factor de seguridad de 5 tiene en cuenta la carga cíclica constante y los efectos del oleaje a los que la cadena se ve sometida por los movimientos de la boyas.

Los cálculos darán una orientación en cuanto al tamaño de cadena que se necesita, y a continuación se pueden emplear las siguientes fórmulas para establecer la longitud de la cadena de amarre

1.2.1 Longitud de la Cadena para los fondeos intermedios

$$\sqrt{H \left(H + \frac{2T_{ho}}{pg} \right)}$$

1.2.2 Reserva de flotabilidad para fondeos con catenaria tangente al muerto

Para instalar una marca diurna adecuada hace falta una reserva de flotabilidad suficiente, para garantizar que el cuerpo no se ve sumergido por el oleaje normal y para que pueda constituir una plataforma de trabajo segura, si es necesario que el personal de mantenimiento trabaje sobre la boyas cuando está a flote.

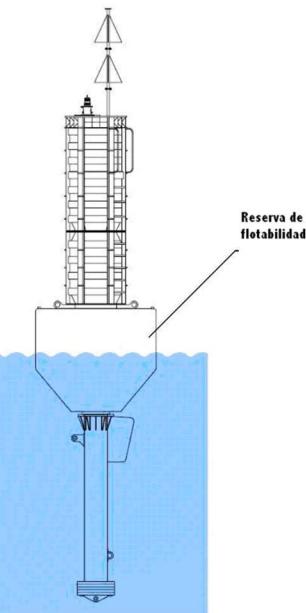


Figura 2. Reserva de flotabilidad

A continuación, se puede calcular la carga a la que la boya se verá sometida para ver si la boya propuesta tiene suficiente reserva de flotabilidad.

$$R_b = U - \frac{M_b + m_c L}{\rho_w}$$

Siendo

R_b el volumen de la reserva de flotabilidad en m^3 .

U el volumen total del flotador en m^3 . M_b la masa de la boya en Kg .

m_c la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena en Kg/m .

L la longitud del tramo suspendido del amarre en m .

ρ_w la densidad del agua en Kg/m^3

1.2.3 Radio de Borneo para el fondeo intermedio

A continuación, se puede calcular el radio de borneo (Véase la Fig.1) del amarre empleando las siguientes fórmulas:

$$R_m = L - \sqrt{H_m \left(H_m + 2 \frac{T_{ho}}{pg} \right)} + \frac{T_{ho}}{pg} \cosh^{-1} \left(H_m \frac{pg}{T_{ho}} + 1 \right)$$

Siendo

R_m el máximo radio de borneo en metros,

L la longitud total del amarre en metros,

H_m la mínima profundidad en el lugar de fondeo en metros,

g la aceleración debido a la gravedad en m/s^2

T_{ho} la tensión horizontal de amarre en el punto de conexión con el muerto en Newtons,

p la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (la masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m .

Entonces será posible ver si el fondeo diseñado cumple con las exigencias operacionales y de navegación.

¿Será aceptable el radio de borneo? Si la boya señaliza un canal navegable, puede que haga falta reducir el radio de borneo. Se puede conseguir dicha reducción agrandando el tamaño de la cadena. El efecto de esta medida puede

comprobarse recalculando el diseño de los fondeos con tamaños de cadena cada vez más grandes.

Si resulta preciso reducir aún más el radio de borneo máximo, se puede considerar el 'Amarre Tenso'. (Véase 3) Asimismo, se debe controlar la reserva de flotabilidad de la boyas al considerar tamaños de cadena más grandes.

Si lo que se necesita es un marcado de precisión, se puede considerar la utilización de una boyas articulada, una baliza sobre pilar fijo o un amarre de dos patas

2. Amarres Flojos

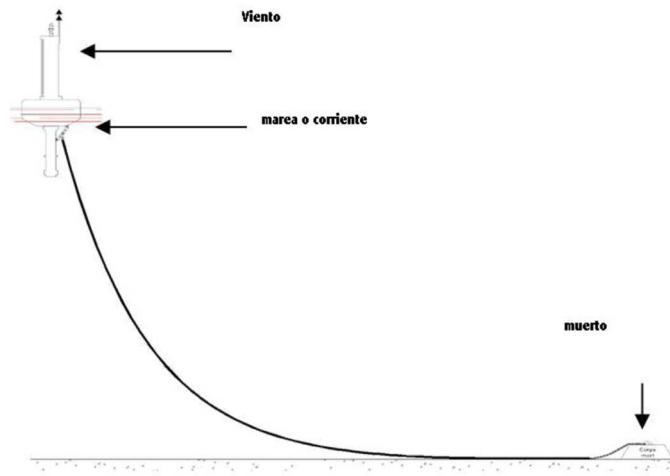


Figura 3. Amarre Flojo

Es el tipo de amarre que más se emplea en la práctica.

Los amarres flojos o estirados siempre tienen parte de la cadena en el fondo del mar. Cuando la carga sobre la boyas está en su punto máximo, la catenaria de la cadena de amarre tocará el fondo del mar a cierta distancia del muerto. La cadena en el fondo del mar mejora la seguridad del amarre o puede emplearse para disminuir el tamaño del muerto (Véase la Figura 3)

2.1 Resistencia de la Cadena de Fondo para el amarre flojo

La siguiente fórmula evalúa el aumento efectivo de la masa que la cadena de fondo suma al muerto:

$$M_{gained} = m_c L_g \frac{\tan \phi}{K}$$

Siendo

M_{gained} el aumento efectivo de la masa del muerto proporcionado por la cadena de fondo.

m_c la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (la masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

K un coeficiente de seguridad (normalmente equivale a 1,5).

ϕ el ángulo de rozamiento interno del fondo del mar (depende del tipo de suelo en el lugar de fondeo), 45° (0.7855 en radianes) es una aproximación práctica que puede emplearse en la mayoría de los casos. El ángulo de rozamiento es más bajo en los fondos de caliza y algunos fondos de gravas.

L_g la longitud del tramo de fondeo que se apoya en el fondo del mar en m.

Esta disposición de fondeo, se usa a menudo en mar libre donde es aceptable un radio de borneo de la boyas amplio. El tramo de cadena de fondo es capaz de absorber energía en condiciones meteorológicas extremas.

Si el peso muerto para el fondeo intermedio resulta superior a la capacidad de elevación del barco de mantenimiento, dicho peso puede reducirse empleando una cadena de fondo larga.

3. Amarre Tenso

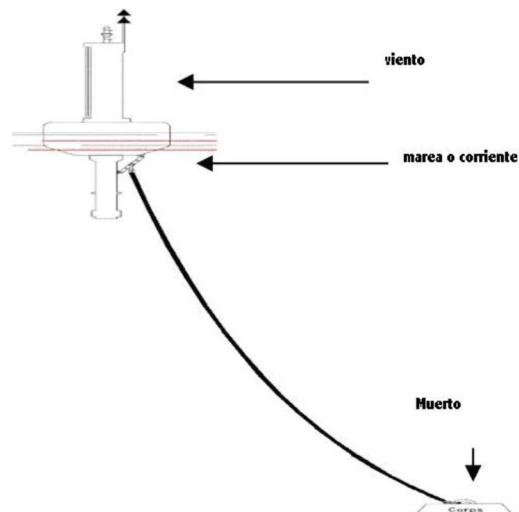


Figura 4. Amarre Tenso

Si el radio de borneo obtenido a partir del diseño inicial del fondeo es demasiado grande para las exigencias de navegación, por ejemplo, cuando se necesita marcar los límites de los canales dragados con mucha precisión, puede que haya que considerar un amarre tenso.

Las mismas restricciones han de aplicarse si el fondo del mar es un ecosistema importante. Podría ser necesario emplear un amarre tenso dimensionado de tal forma que gran parte de la cadena de amarre quede suspendida de la boyacilla, con el fin de reducir a un mínimo los daños que la cadena pueda ocasionar en el fondo del mar.

En las zonas donde el fondo del mar es rocoso y accidentado existe la posibilidad de que la cadena de amarre quede atrapada en los afloramientos rocosos. Si el amarre proyectado es intermedio o amarre flojo, puede que parte de la cadena en el fondo del mar quede enganchada en una roca acortando así la longitud del amarre. En este caso las cargas ejercidas sobre la cadena y la boyacilla aumentarán, posiblemente hasta el punto de rotura. Se puede minimizar dichos problemas diseñando el fondeo como amarre tenso.

En el caso del amarre tenso (Véase la Figura 4) la cadena de amarre se une con el muerto formando un ángulo cuando las cargas máximas del viento y de las mareas se ejercen sobre la boyacilla. En tal caso, el muerto se verá sometido a una componente vertical de la carga del amarre. En estos casos, hará falta un muerto más grande para mantener la boyacilla en su lugar de fondeo.

Ya se puede calcular el tamaño de la cadena y la longitud y el peso del muerto para el radio de borneo que se necesita en el lugar de fondeo de la boyacilla. Es preciso comprobar los resultados de nuevo para garantizar que la flotabilidad de la boyacilla sea suficiente para soportar este amarre en las peores condiciones ambientales.

Existen las siguientes fórmulas para realizar este cálculo de amarre.

3.1 Cargas de Amarres Tensos

Para la carga vertical del amarre sobre el muerto:

$$T_{vo} = \frac{pgH \sqrt{4T_{ho}^2 + (pgL)^2 - (pgH)^2}}{2\sqrt{(pgL)^2 - (pgH)^2}} - \frac{pgL}{2}$$

Siendo

T_{vo} la tensión vertical del amarre en su punto de unión con el muerto en Newtons,

T_{ho} la tensión horizontal de amarre en su punto de unión con el muerto en Newtons (igual a la tensión horizontal de amarre en su punto de unión con la boyas cuando la tensión horizontal se transmite íntegramente por el amarre),

ρ la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

H la máxima profundidad del agua en m, que debería incluir la altura de la ola

L la longitud del amarre en m.

3.2 Tamaño de Cadena para los amarres tensos

Para la resistencia de cadena:

$$R_c \geq 5 \left(\rho g H + \sqrt{T_{ho}^2 + T_{vo}^2} \right)$$

Siendo

R_c la carga de prueba de la cadena en Newtons.

ρ la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

H la máxima profundidad del agua en el lugar de fondeo en metros, que debería incluir la altura de la ola

T_{ho} la carga horizontal ejercida por la boyas, que es igual a la carga horizontal de amarre en el muerto en Newtons.

T_{vo} la carga vertical ejercida por el peso (en el agua) de la cadena más la carga vertical ejercida sobre el muerto en Newtons

g la aceleración debido a la gravedad en m/s²

El factor de seguridad de 5 tiene en cuenta la carga cíclica constante a la que la cadena se ve sometida.

3.3 Reserva de flotabilidad para los amarres tensos

Para la reserva de flotabilidad:

$$R_b = U - \frac{M_b + m_c L + \frac{T_{vo}}{g}}{\rho_w}$$

Siendo

R_b el volumen de la reserva de flotabilidad en m³,

U el volumen total del flotador en m³,

M_b la masa de la boyas en Kg,

m_c la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

L la longitud en suspensión del amarre en m,

T_{vo} la tensión vertical del amarre en su punto de unión con el muerto en Newtons,

g la aceleración debido a la gravedad en m/s²,

ρ_w la densidad del agua Kg/m³ (igual a 1024 Kg/m³ para el agua salada).

3.4 Radio de Borneo para un amarre tenso

Para el radio de borneo del amarre tenso:

Nota: el máximo radio de borneo ocurre cuando el nivel del agua está en su punto más bajo. Comprueba que el amarre sigue tenso en estas condiciones.

$$R_m = \frac{T_{ho}}{pg} \cosh^{-1} \left(\frac{pgH_m}{T_{ho}} + \sqrt{\frac{T_{ho}^2 + T_{vo}^2}{T_{ho}}} \right) - \frac{T_{ho}}{pg} \sinh^{-1} \left(\frac{T_{vo}}{T_{ho}} \right)$$

Siendo

R_m el radio de borneo en metros,

H_m la mínima profundidad en el lugar de fondeo en metros,

T_{ho} la tensión horizontal de amarre de la boyas en su punto de unión con el muerto en Newtons,

T_{vo} la tensión vertical de amarre de la boyas en su punto de unión con el muerto en Newtons, calculada mediante la fórmula (5) con la profundidad mínima

ρ la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m.

4. Peso del Muerto

Una manera muy sencilla de calcular el peso del muerto consiste en tener en cuenta solamente los efectos del rozamiento con el fondo del mar (sin tener en cuenta los efectos del ‘soterramiento’ y el ‘atrapamiento por las rocas’).

Bajo dichas hipótesis, el peso mínimo del muerto se calcula con la fórmula:

$$M \geq K \frac{T_{ho}\delta}{g(\delta - \rho_w) \tan \phi} + \frac{T_{vo}}{g}$$

Siendo:

M la masa del muerto en Kg. K un coeficiente de seguridad (generalmente igual a 1.5)

T_{ho} la tensión horizontal de amarre en el punto de unión con el muerto en Newtons,

T_{vo} la tensión del amarre vertical en su punto de unión con el muerto en Newtons,

δ la densidad media del muerto en Kg/m^3 (generalmente igual a 2.400 Kg/m^3 para un muerto de hormigón armado y 7.800 kg/m^3 para uno de hierro fundido),

g la aceleración, debido a la gravedad en m/s^2 ,

ρ_w la densidad del agua Kg/m^3 (igual a 1024 Kg/m^3 para el agua salada),

ϕ el ángulo de rozamiento interno del fondo del mar (depende del tipo de suelo en el lugar de fondeo), 45° (0.7855 en radianes) es una aproximación práctica que puede emplearse en la mayoría de los casos. Un ángulo de rozamiento más bajo puede darse en el caso de ciertos fondos de gravas y en fondos de caliza. La información relevante puede encontrarse en los libros de texto de ingeniería.

4.1 Peso del Muerto para los Fondeos intermedios y Amarres Flojos

En el caso de los Fondeos intermedios o los Amarres Flojos, la tensión vertical del amarre en su punto de unión con el muerto es igual a cero y, por tanto, se puede simplificar la relación anterior:

$$M \geq K \frac{T_{ho}\delta}{g(\delta - \rho_w) \tan \phi}$$

4.2 Muertos Enterrados

Debe tenerse en cuenta que los muertos, a menudo acaban enterrados en la arena o los sedimentos en el fondo del mar. Para recuperar el muerto, el barco de mantenimiento tendrá que levantar la cadena de amarre y liberar el muerto del fondo del mar.

Con las siguientes fórmulas empíricas se obtiene una estimación de la máxima carga que se pudiera encontrar:

$$H_c \geq 2M \frac{\delta - \rho_w}{\delta} + H_m m_c$$

Siendo

H_c la capacidad de elevación del barco de mantenimiento (probablemente un buque balizador) en Kg,

M la masa del muerto en Kg,

δ la densidad media del muerto en Kg/m^3 (generalmente $2,400 \text{ Kg/m}^3$ para un muerto de hormigón armado y 7.800 Kg/m^3 para uno de hierro fundido),

ρ_w la densidad del agua Kg/m^3 (igual a 1.024 Kg/m^3 para el agua salada),

H_m la profundidad del agua cuando se levanta el amarre (se suele tener en cuenta la máxima profundidad en el emplazamiento) en m.

m_c la masa sumergida por unidad de longitud de la cadena (masa menos la flotabilidad de la cadena) en Kg/m .

ALIMENTACIÓN PRINCIPAL

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULOS	Sí*	VALOR OBTENIDO	Consumo (W)	VALOR EXIGIDO	En función del equipo elegido
----------	-----	----------------	-------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APlicable:

Guideline IALA 1011 (Método normalizado para definir y calcular el consumo de las AtoN 1011) 10/12/2005; Recomendaciones IALA 1039 (Sobre Diseño de Sistemas de Alimentación por Energía Solar para Ayudas a la Navegación) Dic 2004, 1043 (sobre a las Fuentes luminosas utilizadas en ayudas visuales a la navegación), 1044 (sobre Baterías Secundarias para Ayudas a la Navegación) Junio de 2005 y Serie 1067 (1067-0 Selection of Power Systems for Aids to Navigation and Associated Equipment, 1067-1 Total Electrical Loads of Aids to Navigation, 1067-2 Power Sources, 1067-3 Electrical Energy Storage for Aids to Navigation).

APARECERÁ EN PROYECTO:

Justificación y descripción de la solución adoptada y cálculos del sistema (red, solar, híbrido, etc.)

*Si fuese necesario

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El sistema de alimentación elegido en la mayoría de las ocasiones estará en función de la disponibilidad de energía de red en el punto de instalación de la señal, los costos de la acometida eléctrica y del consumo de la instalación, por lo general para instalaciones de pequeños consumos es más práctico y fiable, aun teniendo corriente de red en el sitio, la instalación de sistemas fotovoltaicos.

En instalaciones conectadas a la red eléctrica la instalación deberá cumplir con la normativa vigente (RBT)

En el caso de instalaciones solares o eólicas, estas estarán de acuerdo con la normativa local vigente según la potencia que se genere.

ALIMENTACIÓN DE RESERVA

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULOS	SÍ*	VALOR OBTENIDO	Consumo (W)	VALOR EXIGIDO	En función del equipo elegido
----------	-----	----------------	-------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APPLICABLE:

Guideline IALA 1011 (Método normalizado para definir y calcular el consumo de las AtoN 1011) 10/12/2005; Recomendaciones IALA 1039 (Sobre Diseño de Sistemas de Alimentación por Energía Solar para Ayudas a la Navegación) Dic 2004, 1043 (sobre a las Fuentes luminosas utilizadas en ayudas visuales a la navegación), 1044 (sobre Baterías Secundarias para Ayudas a la Navegación) Junio de 2005 y Serie 1067 (1067-0 Selection of Power Systems for Aids to Navigation and Associated Equipment, 1067-1 Total Electrical Loads of Aids to Navigation, 1067-2 Power Sources, 1067-3 Electrical Energy Storage for Aids to Navigation).

APARECERÁ EN PROYECTO:

Justificación y descripción de la solución adoptada (baterías, solar, grupo electrógeno, etc.)

*Si fuese necesario

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

La solución elegida para el sistema de alimentación de reserva seleccionado dependerá en cada caso de las conexiones disponibles, aislamiento o dificultad para acceder a la señal, o del consumo de la instalación. Por lo general, las principales configuraciones usadas son:

- Red-Batería
- Red-Grupo electrógeno
- Alimentación Fotovoltaica/Eólica

Habitualmente, en instalaciones con grandes consumos se utilizan las configuraciones con grupos electrógenos. En algunos casos, puede ser una opción utilizar diversos sistemas de iluminación con diferentes consumos. En estos casos, el de reserva se podría alimentar con baterías, por ejemplo.

En cuanto a la autonomía de los equipos de reserva, ésta tendrá una duración mínima igual al tiempo medio de respuesta ante fallos comprometido por el servicio (TMRF). También debe ser adecuada a la importancia (categoría) de la señal, de su aislamiento, de su accesibilidad, de si se dispone o no de sistemas de telecontrol, de la frecuencia con que se realizan las tareas de mantenimiento o revisiones, etc.

Todas las señales que utilizan lámparas de descarga deben llevar instalado un SAI u otro sistema, para evitar que, ante un corte momentáneo del fluido eléctrico, la lámpara quede fuera de servicio los 10 ó 15 minutos que suele tardar en enfriarse hasta volver a iniciar el arranque. La autonomía del SAI debe durar el tiempo suficiente hasta que entre en servicio otra fuente auxiliar de energía, por ejemplo, un grupo electrógeno.

El uso de pilas primarias, todavía muy utilizado en latitudes altas y zonas polares, hoy en día, debido al auge de los sistemas fotovoltaicos, prácticamente ha desaparecido en nuestras latitudes; aunque puede ser una buena opción para casos particulares en donde no sea posible o pueda ser problemático la instalación de paneles solares o aerogeneradores.

En instalaciones que implementan grupo electrógeno de reserva se ha de tener en cuenta que la instalación deberá cumplir con la normativa vigente

CÁLCULO DE CONSUMOS

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULOS	SI*	VALOR OBTENIDO	Días de autonomía	VALOR EXIGIDO	Según importancia de la señal
----------	-----	----------------	-------------------	---------------	-------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guideline IALA 1011 (Método normalizado para definir y calcular el consumo de las AtoN 1011) 10/12/2005; Recomendaciones IALA 1039 (Sobre Diseño de Sistemas de Alimentación por Energía Solar para Ayudas a la Navegación) Dic 2004, 1043 (sobre a las Fuentes luminosas utilizadas en ayudas visuales a la navegación), 1044 (sobre Baterías Secundarias para Ayudas a la Navegación) Junio de 2005 y Serie 1067 (1067-0 Selection of Power Systems for Aids to Navigation and Associated Equipment, 1067-1 Total Electrical Loads of Aids to Navigation, 1067-2 Power Sources, 1067-3 Electrical Energy Storage for Aids to Navigation); Guia IALA 1038 On Ambient Lights Levels at which Aids to Navigation should Switch on and off.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Días de autonomía que el sistema de reserva debe de proporcionar. Mínimo igual al Tiempo Medio de Respuesta ante un Fallo, comprometido por el servicio (TMRF).

*Si fuese necesario, los cálculos del consumo para poder determinar la autonomía de los equipos de reserva (según solución adoptada, red, solar, híbrido, etc.) se realizarán según Recomendación IALA 1067-1

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Cálculo de consumos:

El aspecto más importante del diseño de un sistema que se alimenta con una batería primaria o secundaria es el cálculo del consumo diario (E_D), que generalmente se expresa en vatios-horas al día (Wh/día):

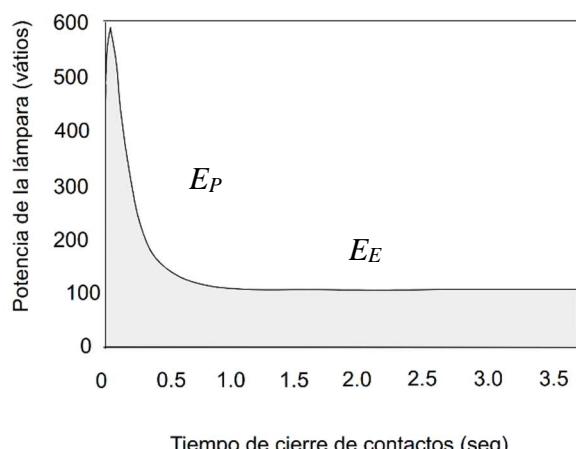
$$E_D \text{ (Wh)} = \text{Consumo (W)} \times \text{Duración de Operación al Día (h/día)}$$

El consumo más característico de todo tipo de ayuda a la navegación es la luz. Al consumo propio de la lámpara habrá que sumar los consumos del destellador y demás equipos, tanto en reposo (día) como en operación (noche).

Lámparas de filamento

Aunque las lámparas de destellos ahorren energía durante el eclipse, durante el destello consumen más de la intensidad de corriente nominal a causa de la sobretensión producida por el filamento que se encuentra frío.

CURVA DE CONSUMO TÍPICO DE UNA LÁMPARA DE INCANDESCENCIA EN EL DESTELLO



La energía consumida durante el destello se puede dividir en dos partes y calcular con la siguiente ecuación:

$$E_1 = E_P + E_E$$

Siendo:

E_1 Consumo total durante el destello vatios-segundo

E_P Consumo o sobrecorriente durante el calentamiento (sería la parte del pico en la gráfica de arriba)

E_E Consumo durante la parte estable del destello (sería la parte rectangular en la gráfica de arriba)

El consumo durante el pico de corriente de encendido se calcula de forma aproximada mediante la siguiente ecuación que utiliza varios factores obtenidos de forma empírica:

$$E_P = 0.1019X^2 + 1.24X - 0.3341$$

Donde:

X es la corriente de la lámpara en Amp. y E_P consumo en vatios-segundo

El consumo en vatios-segundo durante la parte estable de destello E_E será:

$$E_E = P_L \cdot T_D$$

Siendo:

P_L Consumo de la lámpara en vatios

T_D Tiempo de destello (s) (suma del tiempo de todos los destellos de un periodo)

Multiplicando el consumo total durante el destello, E_1 por el número de destellos diarios:

$$E_D = (E_P + P_L \cdot T_D) \cdot \frac{H}{P}$$

Siendo:

E_D Consumo total diario en vatios · hora/día

E_P Consumo total durante el destello en vatios-segundo

T_D Tiempo de destello (s) (suma del tiempo de todos los destellos de periodo)

P_L Consumo de la lámpara en vatios

H Número de horas de operación de la luz por día (duración de la noche en horas)

P Periodo de la característica (s)

Ejemplo: Para una lámpara que tiene un consumo de 13.8 W. a 12 V.; característica de 1+1=2 y duración de la noche de 13.9 horas.

$$E_D = (E_P + P_L \cdot T_D) \cdot \frac{H}{P}$$

$$E_P = 0.1019 \cdot (1.15A)^2 + 1.24 \cdot 1.15A - 0.3341$$

$$E_P = 1.2W \cdot s$$

$$E_D = (1.2W \cdot s + 13.8W \cdot 1s) \cdot \frac{13.9h}{2s}$$

$$E_D = 104W \cdot h / \text{día}$$

A este resultado también habrá que sumar los consumos permanentes del equipo durante las 24 horas. Si, por ejemplo, el equipo tiene 240 mW de consumo continuo entonces:

$$E_D = 104 W \cdot h / \text{día} + 0.24 W \cdot 24 h = 109.8$$

Equipos LED

En estos equipos no se produce un pico de corriente al inicio del destello, pero disponen de circuitos electrónicos complejos como: destellador, controlador de corriente de LED, supervisión remota, etc. integrados en la linterna, lo que provoca que existan diferentes consumos según el estado en que se encuentre la señal. Para los equipos de LED el consumo se calculará teniendo en cuenta el consumo durante el tiempo de destello, el del tiempo entre destellos y el que existe en el periodo diurno.

$$E_D = \left(P_F(W) \cdot \frac{T_D}{P} + P_{oc}(W) \cdot \left(1 - \frac{T_D}{P} \right) \right) \cdot H_N(\text{horas/día}) + P_D(W)(24 - H_N(\text{horas/día}))$$

Donde:

E_D Consumo total diario en vatios/día

P_F Consumo durante el destello en vatios.

P_{oc} Consumo durante el tiempo de oscuridad en vatios.

P_D Consumo durante el día (en reposo) en vatios.

T_D La duración total de todos los destellos de un periodo en segundos.

P Periodo (s).

H_N Nº de horas de la noche más desfavorable.

Variación estacional de los consumos

Debido a la variación en la duración de la noche según las diferentes estaciones, el consumo no será el mismo todos los días del año, por tanto éste se tendrá que calcular para la noche más larga del año, para ello se pueden utilizar las siguientes formulas:

Duración del día

$$\text{Horas-día} = \left(\frac{2}{15} \right) \arccos \left[\frac{-0.0151 - \sin(L) \cdot \sin(D)}{\cos(L) \cdot \cos(D)} \right]$$

Los ángulos están en grados, L es la latitud del lugar y D la declinación.

En la recomendación de la IALA incorpora el valor de -0.0151 que corrige los efectos de la refracción y la curvatura terrestre.

Declinación:

$$\text{Declinación} = 23.4^\circ \cdot \sin \left(\frac{360^\circ}{365} \cdot (284 + n) \right)$$

Donde n es el número de día del año, el 1 de enero sería el 1º

Temporización astronómica

Las luces de señalización marítima se desconectan durante el día con el objeto de ahorrar energía, los períodos de conexión-desconexión pueden regularse con temporizadores o elementos fotosensibles, que son los que se recomiendan usar y, hoy en día, salvo excepciones, son los únicos que se utilizan; la principal ventaja de éstos sobre los temporizadores, es que pueden activar la señal ante cambios bruscos de visibilidad.

Los principales elementos que se usan como interruptores fotosensibles son: resistencias dependientes de la luz, más conocidas por sus siglas en inglés LDR (*light-dependent resistor*), fotodioides y fototransistores. Aunque estos elementos son los que ofrecen mayores ventajas, hay que tomar ciertas precauciones para su correcta utilización. Si la señal se activa cuando no debe, aumentará el consumo, o puede ocurrir lo contrario, que no llegue a activarse cuando sea necesario.

Los niveles de luz ambiental a los que se debe poner en funcionamiento la señal vienen definidos en la guía 1038 de la IALA y son los siguientes:

- 50 – 100 Lux para el encendido
- 150 -200 Lux para el apagado

Un aspecto importante a tener en cuenta es la orientación de la fotocélula, que puede influir significativamente retrasando o adelantando el encendido según se oriente al orto o al ocaso; los resultados más satisfactorios se suelen obtener orientando la célula al norte. También es importante que no existan luces artificiales, como podrían ser las de alumbrado público, que afecten al elemento fotosensible, alterando el funcionamiento de la luz.

ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Consumo (W)	VALOR EXIGIDO	Ah acumulador / W paneles-regulador
----------	----	----------------	-------------	---------------	-------------------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Recomendaciones IALA Serie Nº 1067 y Nº-1039 con su hoja de cálculo; Instalaciones Fotovoltaicas para Ayudas a la Navegación PdE; Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red PTC-A-REV-2009.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Parámetros para el cálculo de la instalación según zona: irradiación en hora solar pico (H.S.P.), inclinación óptima, días de autonomía recomendados para las baterías y otros datos que se consideren necesarios.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

A continuación, se describe un ejemplo de cálculo para una instalación fotovoltaica. También se puede utilizar la hoja de cálculo de la recomendación 1039 de la IALA o cualquier otro método o programa informático de cálculo contrastado.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA INSTALACION

Cálculo de una instalación situada en Guipúzcoa (a 43º de latitud) que funcionará durante todo el año, en periodo nocturno, con las siguientes características:

Consumo de la carga durante el destello:	18 w LED
Voltaje de la instalación	12 V
Consumo en el tramo nocturno durante la oscuridad:	0.8 w
Consumos permanentes en el tramo diurno:	0.2 w
Característica:	0.5 + 1 + 0.5 + 3 = 5; ciclo de trabajo (0.5+0.5) /5=0.2
Días de autonomía:	elegimos 23 días*

*Según tablas de CENSOLAR (que aparecen en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura) correspondientes a cada zona de periodos máximos de días nublados, para esta zona recomienda entre 14 y 23 días, según margen de seguridad requerido (En instalaciones de señalización marítima se dará siempre el máximo, en este caso 23 días).

1.1 Cálculo de las necesidades energéticas (consumo):

$$E_D = \left(P_F(W) \cdot \frac{T_D}{P} + P_{OC}(W) \cdot \left(1 - \frac{T_D}{P} \right) \right) \cdot H_N(\text{horas/dia}) + P_D(W)(24 - H_N(\text{horas/dia}))$$

P_F 18 w Consumo durante el destello en W.

P_{OC} 0.8 w Consumo durante el tiempo de oscuridad en W.

P_D 0.2 w Consumo durante el día (en reposo) en W.

T_D 1 La duración total de todos los destellos de un periodo en segundos.

P 5 Periodo.

H_N 14.8 h Nº de horas noche más desfavorable.

Por tanto, la energía diaria total requerida será:

$$E_D = \left(18 \cdot \frac{1}{5} + 0.8 \cdot \left(1 - \frac{1}{5} \right) \right) \cdot 14.8 + 0.2(24 - 14.8) = \mathbf{64.592 \text{ Wh/día}}$$

Cálculo de la energía diaria necesaria:

Es la energía que proveniente de los paneles, descontando las pérdidas, realmente aprovechará el acumulador:

$$E = \frac{E_D}{R}$$

R es un factor global de rendimiento. CENSOLAR utiliza la siguiente fórmula para calcular las pérdidas, aunque se puede usar otro método o averiguar directamente los datos del fabricante.

$$R = \left(1 - K_B - K_C - K_V \right) \cdot \left(1 - K_A \cdot \frac{N}{P_d} \right)$$

Donde:

K_B fracción de energía que la batería no devuelve respecto a la absorbida, a falta de datos se suele tomar 0.05.

K_C es el coeficiente de pérdidas por el convertidor si existe (valor típico entre 0.1 y 0.2).

K_V otras pérdidas, efecto Joule, cableado, etc. suele tomarse de 0.1 a 0.15

K_A es el coeficiente de pérdidas diaria por autodescarga; las baterías estacionarias de Pb suelen tener un valor máximo de un 5% mensual a 20º C.

N número de días de autonomía

P_d es la profundidad de descarga máxima que queremos que tenga el acumulador.

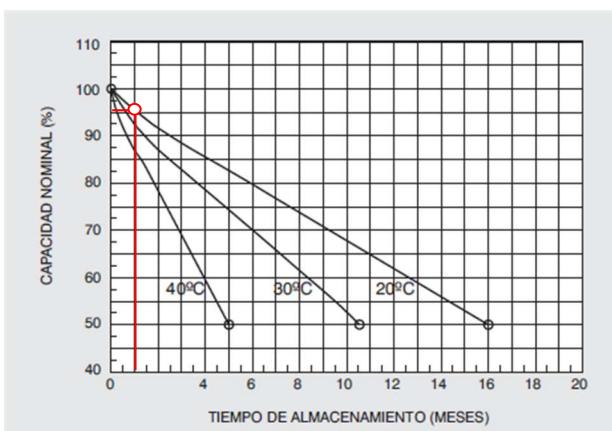
K_B no tenemos datos, luego 0.05.

K_C 0 ya que no se usa convertidor

K_V 0.1

K_A si cogemos como ejemplo el gráfico de autodescarga que aparece en el documento, vemos que tiene un 5% mensual a 20º C, luego:

$$0.05 K_A = \frac{0.05}{30 \text{ días}} = 0.0016$$



N = 23 días

P_D elegimos un 80% para la profundidad de descarga máxima que queremos que tenga el acumulador.

$$R = (1 - 0.05 - 0 - 0.1) \cdot \left(1 - 0.0016 \cdot \frac{23}{0.8}\right) = 0.8109$$

Luego la energía diaria necesaria será:

$$E = \frac{E_D}{R} \Rightarrow E = \frac{64.592}{0.81} = 79.654 \text{ Wh/día}$$

1.2. Cálculo de las baterías

Para calcular las baterías se debe multiplicar la energía necesaria por el número de días y calcular los Ah según la tensión de trabajo que utilice el sistema:

$$C_u = E \times N$$
$$C_u = 79.654 \times 23 = 1832.1 \text{ Wh} \quad C_u = \frac{1832.1}{12} = 152.7 \text{ Ah}$$

Cu = Capacidad útil

La capacidad nominal para una Pd del 80% será:

$$C = \frac{C_u}{P_D} \quad C = \frac{152.7}{0.8} = 190.8 \text{ Ah}$$

Pd = Profundidad de descarga

Por lo tanto, necesitaremos una batería de **190.8 Ah** de capacidad

1.3. Cálculo de los paneles:

La energía que deberán proporcionar los paneles será la consumida diariamente, teniendo en cuenta las pérdidas producidas en el regulador, para el que normalmente se considera un rendimiento del 90%, por tanto:

$$E_P = \frac{E}{0.9} \Rightarrow E_P = \frac{79.654}{0.9} = 88.50$$

Para los paneles, si utilizamos las tablas de CENSOLAR, (viene publicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura) se obtienen los siguientes valores:

Según estas tablas los valores de radiación horizontal son:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
23 GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9

Como se ve, el peor valor de radiación corresponde a diciembre, el valor está en MJ/m² por lo que se pasa a KWh/m²

$$5/3.6 = 1.39$$

Se define la inclinación más adecuada para esa latitud:

LATITUD = 43°													
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1	1,09	
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18	
15	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26	
20	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33	
25	1,33	1,26	1,18	1,1	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,4	
30	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45	
35	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5	
40	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54	
45	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57	
50	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58	
55	1,46	1,32	1,15	0,98	0,86	0,82	0,86	1	1,21	1,45	1,62	1,59	
60	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59	
65	1,43	1,27	1,08	0,89	0,75	0,7	0,75	0,9	1,13	1,41	1,61	1,58	
70	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56	

El máximo factor de corrección se consigue en diciembre (**1.59**) entre 55° y 60° de inclinación, y por tanto, la mayor radiación solar para los meses más desfavorables.

Aplicando el factor de corrección correspondiente al valor más desfavorable obtenemos:

$$1.39 \times 1.59 = 2.21 \text{ H.S.P. (Hora Solar Pico)}$$

Entonces:

$$P_{\text{PANEL/S}} = \frac{E_{\text{PANEL}}}{0.9 \cdot (\text{H.S.P.})_{\text{CORREGIDA}}}$$

$$P_{\text{PANEL/S}} = \frac{88.50}{0.9 \cdot 2.21} = \mathbf{44.49 \text{ W}}$$

que deben proporcionar los paneles

Por tanto, para la instalación sería necesario, como mínimo, una batería de 195 Ah. y un panel de 45/50 W.

El regulador de carga deberá aguantar la corriente máxima que puede dar el panel, sería suficiente con un regulador de 5 Amperios.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN UTILIZANDO LA HOJA DE CÁLCULO DE LA IALA

Si utilizamos la hoja de cálculo de la Guideline 1039 de la IALA para el mismo ejemplo se haría de la siguiente manera:

1. Se introducirían los valores de radiación mensual media correspondientes a la provincia, aplicando el factor de corrección necesario según la latitud del lugar y la inclinación elegida para el panel.

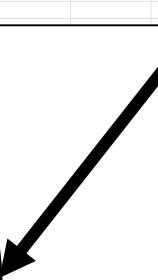
	GERONA	2,0	2,9	3,9	4,4	5,2	5,3	6,2	5,1	4,1	3,3	2,2	1,8
GRANADA	2,2	3,0	4,2	5,1	6,1	6,9	7,4	6,6	5,2	3,6	2,7	2,0	
GUADALAJARA	1,8	2,6	3,9	5,0	5,4	6,3	6,9	6,4	4,9	3,3	2,2	1,6	
GUIPOZCOA	1,5	2,1	3,1	3,3	4,1	4,5	4,5	3,8	3,5	2,9	2,1	1,4	
HUELVA	2,1	3,1	4,4	5,4	6,7	7,1	8,0	7,1	5,9	4,0	2,6	2,1	
HUESCA	1,7	2,7	4,0	5,2	5,6	6,1	6,4	5,8	4,7	3,1	2,0	1,4	
JAEN	1,9	2,8	4,0	5,0	5,6	6,8	7,4	6,7	5,3	3,3	2,3	1,8	
LEON	1,6	2,4	3,8	4,8	5,4	6,1	6,7	5,8	4,8	2,9	1,9	1,3	
LERIDA	1,7	2,8	5,0	5,2	5,8	6,3	6,6	5,9	4,7	3,4	2,0	1,3	
LUGO	1,4	2,1	3,3	4,2	4,8	5,4	5,6	5,1	4,2	2,8	1,7	1,3	
MURCIA	2,2	3,1	4,4	5,4	6,7	7,1	8,0	7,1	5,9	4,0	2,6	2,1	

... TABLAS CORRECCION DIAS DE AUTONOMIA Tablas de Rad. KW-m² Hoja1 Hoja2 (+) : 4 |

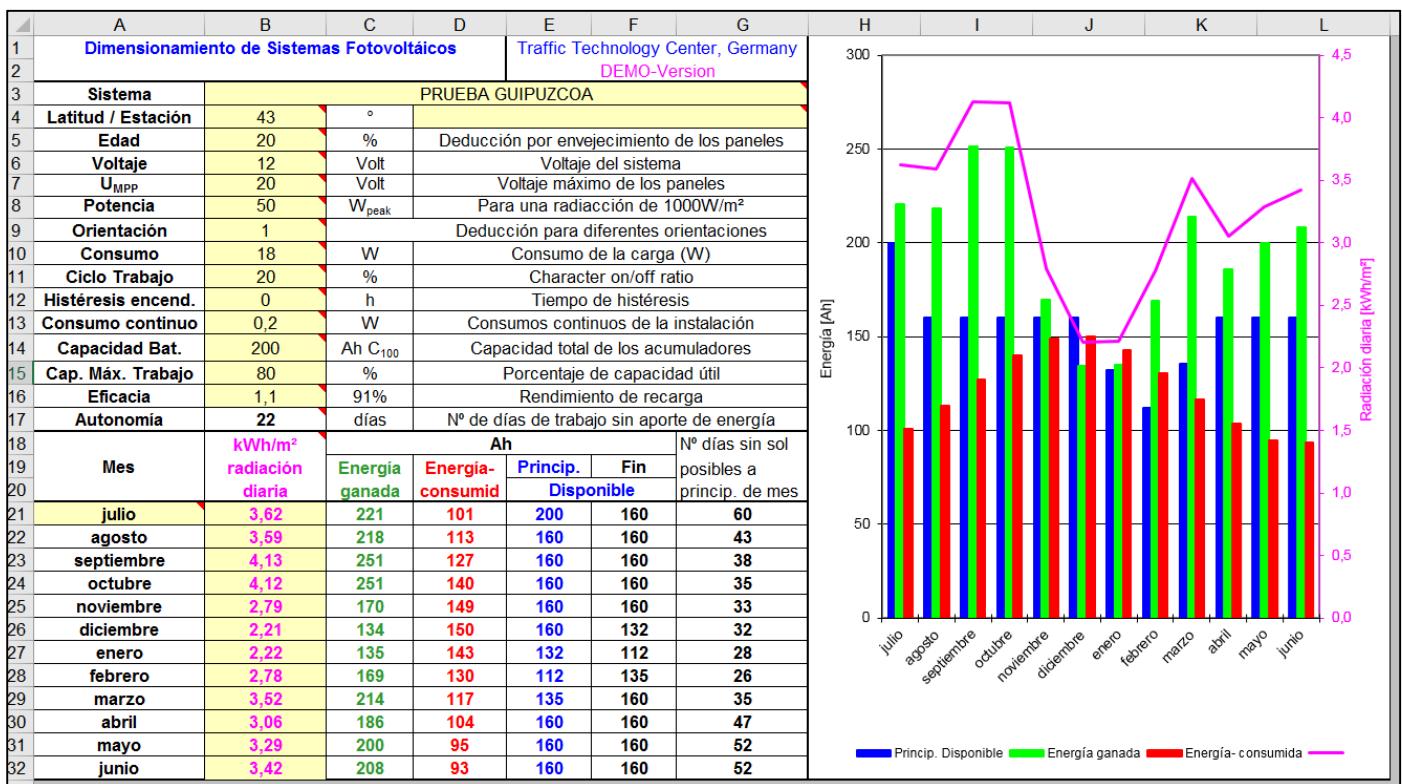
LATITUD = 43°	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Inclinación	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1	1,09
5	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
10	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26
15	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
20	1,33	1,26	1,18	1,1	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,4
25	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
30	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5
35	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
40	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
45	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58
50	1,46	1,32	1,15	0,98	0,86	0,82	0,86	1	1,21	1,45	1,62	1,59
55	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
60	1,43	1,27	1,08	0,89	0,75	0,7	0,75	0,9	1,13	1,41	1,61	1,58
65	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56
70	1,37	1,19	0,98	0,77	0,62	0,57	0,62	0,78	1,03	1,34	1,55	1,53
75	1,33	1,14	0,92	0,7	0,55	0,49	0,55	0,71	0,97	1,28	1,51	1,49
80	1,28	1,08	0,85	0,63	0,47	0,42	0,47	0,64	0,9	1,22	1,45	1,44
85	1,22	1,02	0,78	0,56	0,4	0,34	0,39	0,56	0,83	1,16	1,39	1,38
90												

16 GUIPUZCOA	1,5	2,1	3,1	3,3	4,1	4,5	4,5	3,8	3,5	2,9	1,7	1,4
17	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
18	2,22	2,78	3,52	3,06	3,29	3,42	3,62	3,59	4,13	4,12	2,79	2,21
19												
20												
21												
22												
23												

Mes	Radiación diaria
julio	3,62
agosto	3,59
septiembre	4,13
octubre	4,12
noviembre	2,79
diciembre	2,21
enero	2,22
febrero	2,78
marzo	3,52
abril	3,06
mayo	3,29
junio	3,42



- Después se introducen los datos de latitud, voltaje del sistema, consumos nocturnos y continuo, ciclo de trabajo, tiempo de histéresis de encendido, etc.
- Este sistema de cálculo, a diferencia de otros, nos da una simulación del sistema y no obtenemos automáticamente un valor exacto de panel y batería; por tanto, se debe tantear con diferentes valores de potencia de paneles y de capacidades de batería, hasta obtener en la columna de la derecha o en la gráfica, el valor mínimo de días de autonomía requeridos.



BALIZAS AUTOALIMENTADAS O AUTÓNOMAS

SEÑAL NOCTURNA

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Candelas - Autonomía	VALOR EXIGIDO	Resolución
----------	----	----------------	----------------------	---------------	------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APLICABLE:

Guideline IALA 1064; Guideline IALA serie 1042; Guideline IALA 1039; Recomendación IALA serie E-200; Instalaciones Fotovoltaicas para Ayudas a la Navegación PdE; Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, PTC-A-REV-2009.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Lo mismo que para cualquier luz, se calculará la intensidad necesaria (candelas) para cumplir con el alcance requerido, teniendo en cuenta la luz de fondo, factores de condiciones de servicio, visibilidad meteorológica, etc. (ver método de cálculo de Ficha 18).

Pero además, en este tipo de equipos, para verificar la idoneidad, tanto del sistema óptico como del sistema de alimentación, serán necesarios los siguientes datos que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Intensidad estacionaria (candelas) proporcionada por la linterna.
- Característica de la luz; este dato es necesario para determinar el ciclo de trabajo y por tanto el consumo.
- Consumo total: en servicio (nocturno) y continuo (24 horas)
- Potencia de los paneles fotovoltaicos.
- Capacidad de la batería
- Divergencia vertical.
- Divergencia horizontal, en el caso de luces direccionales.

Los datos necesarios para verificar la idoneidad del sistema, como pueden ser la radiación diaria media mensual y los días de autonomía mínimos que debe de proporcionar el sistema de alimentación del equipo, según la característica elegida, se podrán obtener de tablas de datos climáticos de la zona.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

Se trata de un equipo en el que está integrado el sistema óptico-luminoso y el sistema de alimentación, formado por paneles solares y batería. La propia carcasa del equipo hace de soporte para los paneles solares y de contenedor para la batería y los demás elementos. Muchos de estos equipos están cerrados herméticamente y se programan a través de un mando a distancia.

Es importante que las linternas tengan una construcción sólida y sean resistentes a la entrada de agua, grado de protección mínimo IP67.

Existen linternas autoalimentadas de dos tipos:

Para boyas, donde no existe una orientación definida, disponen de tres o más paneles, de manera que puedan generar electricidad independientemente de su orientación.

En instalaciones fijas, el rendimiento del sistema de alimentación será mayor en linternas provistas de uno o más paneles orientados sólo en la dirección óptima.



Linterna para uso cuando no existe una posición definida
(boya)



Linterna diseñada para instalar con una orientación definida (en tierra)

Algunas linternas autónomas, disponen de sistemas de reducción de intensidad para disminuir el consumo en situaciones de baja producción de energía, lo que provoca una reducción en el alcance; debido a esto, **el sistema de alimentación de la baliza, debe estar dimensionado para que, en circunstancias normales, no entre en este modo de funcionamiento en ninguna época del año.**

Para verificar que el sistema de alimentación es adecuado, para el ciclo de trabajo programado y la insolación de la zona, se realizarán los cálculos de la instalación como en cualquier otro sistema Fotovoltaico (ver ficha 31), utilizando los datos del apartado anterior, que deberán ser aportados por el fabricante.

- Para el cálculo del sistema fotovoltaico, en instalaciones donde los paneles no tienen una posición definida (boyas) hay que recordar que se debe aplicar el correspondiente factor de corrección en cuanto al rendimiento de los paneles. Cuando se utilice la hoja de cálculo de la IALA, este factor se indica en la propia hoja y será de un 0.7.

EJEMPLO DE CÁLCULO PARA VERIFICAR LA IDONEIDAD DE UNA BALIZA AUTOALIMENTADA

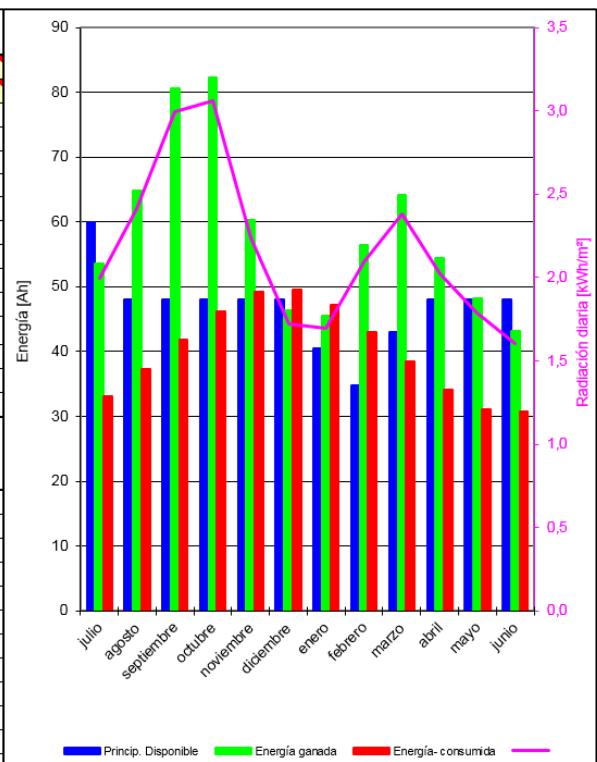
Se trata de una baliza que se instalará en una boyá en la zona de Santander (latitud aproximada 43º); los datos de la linternas son los siguientes:

- Consumo del equipo en servicio 6 W
- Consumo continuo 0.01 W
- Potencia de los paneles 4 x 7.5 W dispuestos a 90º de inclinación y a 90º entre ellos (no tienen una posición definida)
- Capacidad de la batería 60 Ah

La característica que se programará será: $0.5 + \underline{1} + 0.5 + \underline{3} = 5$, lo que equivale a un ciclo de trabajo del 20%

La radiación media diaria se ha calculado en base a las tablas disponibles de la zona, corregidas para una inclinación de 90º. Por otra parte, la autonomía requerida para esta zona está entre 14 y 24 días según nivel de seguridad. Elegiremos 24 días por tratarse de una instalación de señalización marítima.

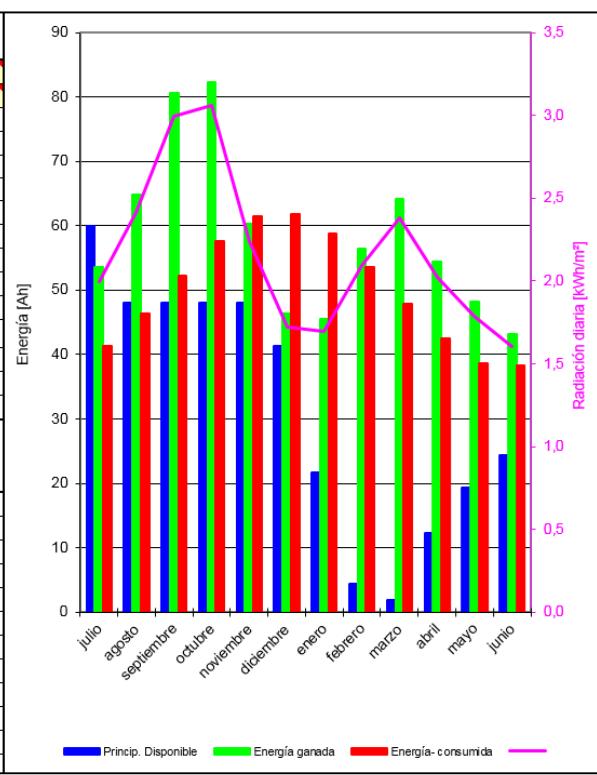
Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos		Traffic Technology Center, Germany DEMO-Version				
Sistema	SIMULACION BALIZA AUTOALIMENTADA de LED					
Latitud / Estación	43 °	Deducción por envejecimiento de los paneles				
Edad	20 %	Deducción por envejecimiento de los paneles				
Voltaje	12 Volt	Voltaje del sistema				
U _{MPP}	19 Volt	Voltaje máximo de los paneles				
Potencia	30 W _{peak}	Para una radiación de 1000W/m ²				
Orientación	0,7	Deducción para diferentes orientaciones				
Consumo	6 W	Consumo de la carga (W)				
Ciclo Trabajo	20 %	Character on/off ratio				
Histeresis encend.	0,5 h	Tiempo de histeresis				
Consumo continuo	0,01 W	Consumos continuos de la instalación				
Capacidad Bat.	60 Ah C ₁₀₀	Capacidad total de los acumuladores				
Cap. Máx. Trabajo	80 %	Porcentaje de capacidad útil				
Eficacia	1,1 91%	Rendimiento de recarga				
Autonomía	24 días	Nº de días de trabajo sin aporte de energía				
Mes	kWh/m ² radiación diaria	Ah		Nº días sin sol posibles a princip. de mes		
		Energía ganada	Energía- consumid	Princip. Disponible	Fin Disponible	
julio	1,99	54	33	60	48	55
agosto	2,41	65	37	48	48	39
septiembre	3,00	81	42	48	48	35
octubre	3,06	82	46	48	48	32
noviembre	2,24	60	49	48	48	30
diciembre	1,73	46	50	48	41	29
enero	1,69	46	47	41	35	26
febrero	2,10	56	43	35	43	25
marzo	2,38	64	38	43	48	34
abril	2,02	54	34	48	48	43
mayo	1,79	48	31	48	48	47
junio	1,61	43	31	48	48	48



Como se ve, el sistema proporciona un mínimo de 25 días de autonomía por lo que es suficiente para esta ubicación.

En la siguiente simulación se ha modificado la característica a $1 + \underline{1} + 1 + \underline{5} = 8$ con el consiguiente aumento del ciclo de trabajo al 25%. Como se ve, ahora, al aumentar el consumo, el sistema no tiene suficiente autonomía, sobre todo en los meses de febrero y marzo, lo que da una idea de la importancia de elegir una característica adecuada.

Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos		Traffic Technology Center, Germany DEMO-Version				
Sistema	SIMULACION BALIZA AUTOALIMENTADA de LED					
Latitud / Estación	43 °	Deducción por envejecimiento de los paneles				
Edad	20 %	Deducción por envejecimiento de los paneles				
Voltaje	12 Volt	Voltaje del sistema				
U _{MPP}	19 Volt	Voltaje máximo de los paneles				
Potencia	30 W _{peak}	Para una radiación de 1000W/m ²				
Orientación	0,7	Deducción para diferentes orientaciones				
Consumo	6 W	Consumo de la carga (W)				
Ciclo Trabajo	25 %	Character on/off ratio				
Histeresis encend.	0,5 h	Tiempo de histeresis				
Consumo continuo	0,01 W	Consumos continuos de la instalación				
Capacidad Bat.	60 Ah C ₁₀₀	Capacidad total de los acumuladores				
Cap. Máx. Trabajo	80 %	Porcentaje de capacidad útil				
Eficacia	1,1 91%	Rendimiento de recarga				
Autonomía	24 días	Nº de días de trabajo sin aporte de energía				
Mes	kWh/m ² radiación diaria	Ah		Nº días sin sol posibles a princip. de mes		
		Energía ganada	Energía- consumid	Princip. Disponible	Fin Disponible	
julio	1,99	54	41	60	48	44
agosto	2,41	65	46	48	48	31
septiembre	3,00	81	52	48	48	28
octubre	3,06	82	58	48	48	25
noviembre	2,24	60	61	48	41	24
diciembre	1,73	46	62	41	22	20
enero	1,69	46	59	22	4	11
febrero	2,10	56	54	4	2	2
marzo	2,38	64	48	2	12	1
abril	2,02	54	43	12	19	9
mayo	1,79	48	39	19	24	15
junio	1,61	43	38	24	25	19



PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

CÁLCULOS	NO	VALOR OBTENIDO	Esquema	VALOR EXIGIDO	Mínimo según normativa
----------	----	----------------	---------	---------------	------------------------

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APlicable:

Recomendación IALA Nº-1012 (The Protection of Lighthouses and other Aids to Navigation against Damage from Lightning); Libro de Normas Técnicas 1986 y 67, RBT, UNE_21186 (Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado), El CTE (Código Técnico de la Edificación), RBT (Reglamento de Baja Tensión), ITC-18 (Instalaciones de puesta a tierra) e ITC-23 (instalaciones interiores o receptoras).

APARECERÁ EN PROYECTO:

Descripción de los equipos o sistemas que se instalarán para la protección de la instalación contra sobretensiones de red y atmosféricas.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

La mayor parte de las averías de las señales marítimas, instaladas en tierra, se deben a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas, ya sea por impactos directos u otro tipo (comutaciones, rotura de un neutro, etc.) o inducidas, por lo que una adecuada protección contra estos fenómenos es imprescindible para garantizar una adecuada fiabilidad y disponibilidad de la señal.

Los daños que pueden producir las descargas atmosféricas en las instalaciones pueden ser de varios tipos:

- Eléctricos: destrucción de equipos. La elevación del potencial de tierra puede generar sobretensiones y dañar los equipos conectados a la red eléctrica.
- Dinámicos: daños en edificios
- Térmicos: La disipación de calor puede llegar a provocar incendios.
- Efectos sobre las personas y animales: electrocuciones y quemaduras. El paso de una corriente de una cierta intensidad durante un corto plazo de tiempo es suficiente para provocar la muerte por paro cardíaco o respiratorio.
- Inductivos: Cuando un conductor se encuentra dentro de la influencia de un campo electromagnético variable se generarán en éste corrientes inducidas. Si éstas llegan a equipos electrónicos o informáticos pueden llegar a producir daños irreversibles.

No existen sistemas de protección efectivos, al 100%, esto es prácticamente imposible, pero sí se pueden diseñar sistemas de protección con una efectividad muy alta, cercana al 100%. Los principios que debe cumplir todo sistema de protección de equipos de señalización marítima son:

- 1- Capturar el impacto del rayo directo mediante la instalación de pararrayos o sistemas de mallas en los edificios.
- 2- Conducir la descarga a tierra a través de uno o más conductores.
- 3- Disipar a tierra las descargas del rayo mediante un sistema de puesta a tierra de baja impedancia.
- 4- Eliminar las inducciones a través de tierra o lazos de tierra
- 5- Se deberán proteger todas las líneas de potencia y las de datos, que entran en la estructura de la señal, instalando descargadores de sobretensiones de alta velocidad, adecuados para cada zona de protección y poniendo a tierra debidamente los cables apantallados y los armarios.

Por lo tanto, habrá que prever en el proyecto los elementos de protección adecuados, de equipos y de personas. También se incluirá en el plan de mantenimiento la revisión periódica del sistema de protección y en particular el sistema de toma de tierras; de nada servirían los demás equipos de protección sin una tierra adecuada.

Un sistema de protección contra sobretensiones consta de dos partes:

PROTECCIÓN EXTERNA

Será la que proporcione la protección de las estructuras y edificios contra los daños físicos y a las personas contra los daños producidos por contactos y tensiones de paso. Estará formada por los siguientes elementos:

El sistema de captación

Que recogerá la descarga y la conducirá a tierra. Se podrán utilizar los diferentes tipos existentes:

- Sistemas de captación mediante puntas y mallas (Jaulas de Faraday)
- Pararrayos de puntas Franklin
- PDC pararrayos con dispositivos de cebado

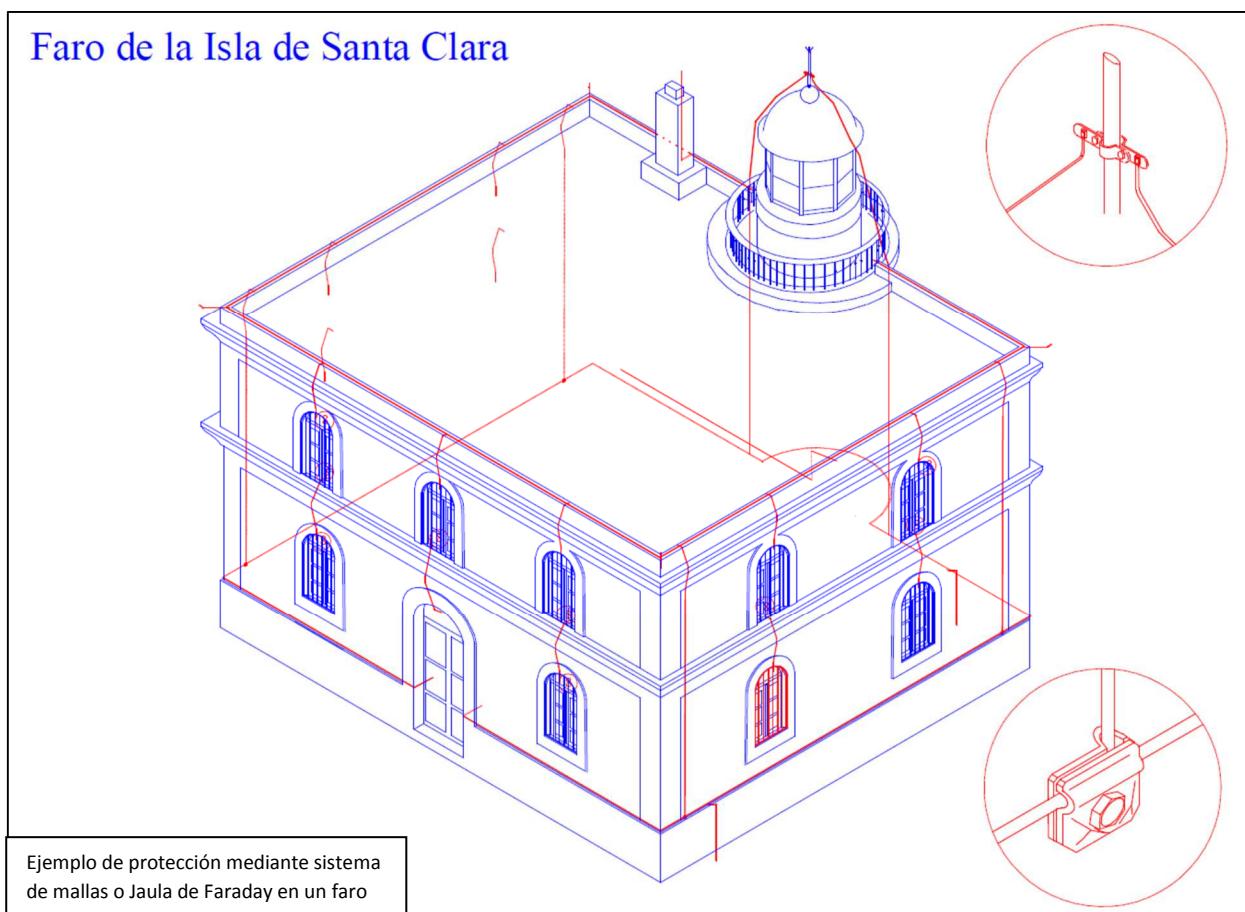
Existen otros dispositivos que inhiben la formación de rayos como los CTS (Charge Tranfer System: Sistema de Transferencia de Carga) o los CEC (Compensador de Efecto de Campo). Cuando se opte por la instalación de alguno de estos dispositivos, habrá que cerciorarse de que, con la instalación de dicho elemento, se cumple la normativa obligatoria vigente; en caso contrario, será necesario instalar, además, alguno de los anteriores sistemas en paralelo, si fuese obligatorio por normativa.

Conductores de bajada

Son los encargados de llevar y repartir la carga a tierra. Su trayectoria debe ser lo más directa posible, evitando ángulos bruscos. Las sujetaciones deberán ser de calidad y se instalarán respetando la distancia de colocación recomendada por el fabricante.

Sistema de puesta a tierra

Dispersará la corriente de rayo por el terreno y se instalará cumpliendo la normativa. Tiene que poderse desconectar del resto de la instalación para realizar mediciones. En cada caso se elegirá la configuración más adecuada, según la naturaleza del terreno, picas, en triángulo, pata de ganso, anillo perimetral, etc.



Por lo general, se recomienda unir la toma de tierra del sistema de protección contra el rayo a otras tomas de tierras existentes en la instalación.

La resistencia debe ser lo más baja posible (nunca superior a los 10Ω) y deberán realizarse mediciones periódicas de la misma.

Otro punto muy importante es la protección contra la corrosión de los elementos del sistema. Una puesta a tierra, con una protección contra la corrosión defectuosa, puede quedar totalmente inservible en pocos años.

PROTECCIÓN INTERNA

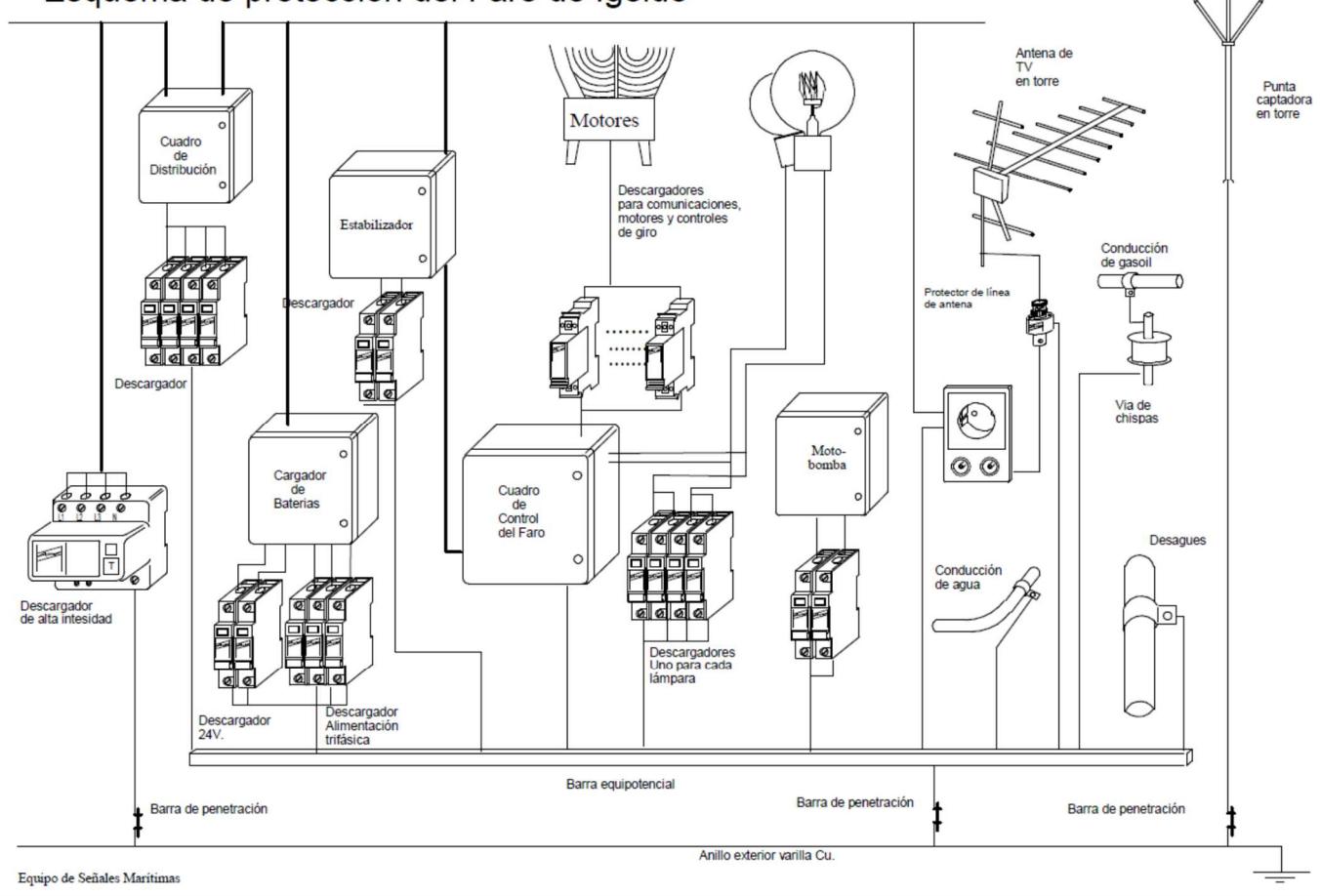
Es la que protegerá los equipos de la AtoN de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas o de otro tipo; pueden ser permanentes, como la rotura de un neutro, o transitorias como las originadas por descargas atmosféricas.

Para conseguir este objetivo se deberán proteger todas las líneas que entren en el edificio o los armarios de los equipos eléctricos/electrónicos, instalando las protecciones adecuadas (descargadores de tensión), que derivarán a tierra las sobretensiones originadas. Este sistema se deberá diseñar con diferentes etapas de protección, primero los descargadores de corriente de rayo y seguidamente los descargadores de sobretensiones, coordinados entre sí, esto quiere decir que, al no tener igual velocidad de respuesta los diferentes tipos de descargadores, se deberán instalar respetando unas distancias mínimas de cableado, determinadas por el fabricante.

Deberá conseguirse la unión equipotencial de todas las partes metálicas, cajas, armarios, etc. de la Señal Marítima.

Con respecto a la instalación se deberán cumplir las instrucciones de la normativa vigente, así como las dadas por el fabricante en cuanto a coordinación entre descargadores, sección de cables, etc.,

Esquema de protección del Faro de Igeldo



ENFILACIONES

OTRAS SEÑALES

CÁLCULOS	SÍ	VALOR OBTENIDO	Cálculos, Croquis o planos	VALOR EXIGIDO	Factor de desviación perpendicular a la trayectoria
----------	----	----------------	----------------------------	---------------	---

REFERENCIAS TÉCNICAS O NORMATIVA APlicable:

Recom. IALA E-112; Guideline IALA Nº1023; Navguide.

APARECERÁ EN PROYECTO:

Para todos los cálculos, tanto de la marca diurna como los de las luces (si tiene), se recomienda utilizar la hoja de cálculo de la IALA 1023.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

- Definición de enfilación.

Según el Diccionario Internacional de Ayudas a la Navegación de la AISM "una enfilación es una línea recta utilizada para la navegación generada mediante la alineación de marcas (marcas de enfilación) o luces (luces de enfilación) o mediante radiotransmisores". Aquí solo trataremos las enfilaciones basadas en marcas de enfilación (marcas diurnas) y luces de enfilación

El eje de un canal es la línea que define la alineación vertical de dos o más luces o marcas.

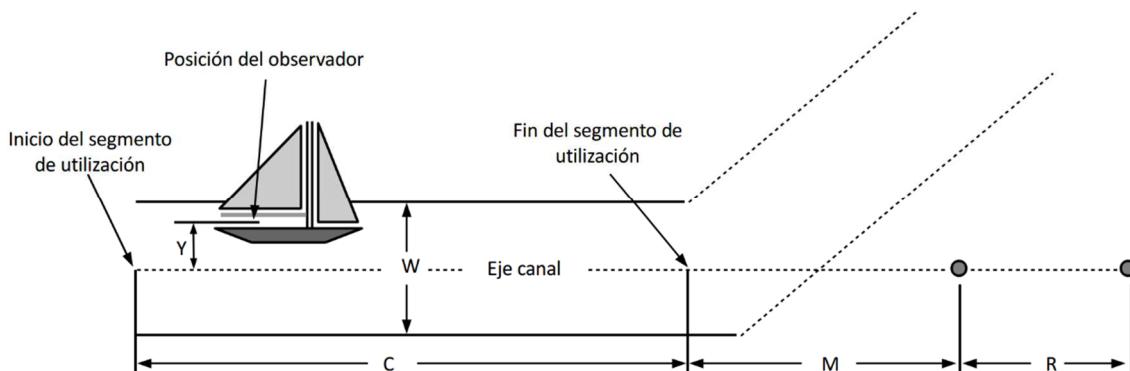
La luz anterior es la que se encuentra más cerca del buque, cuando éste utiliza la enfilación, y la que se encuentra más alejada se **llama luz posterior**.

La zona de adquisición es la zona donde el buque busca la enfilación, al menos se debe percibir una de las luces.

El segmento de utilización es el tramo de canal, a lo largo del cual el buque es guiado por la enfilación.

PERSPECTIVAS DE UNA ENFILACIÓN.

- Perspectiva horizontal. En la figura 1 se muestra la perspectiva horizontal de una enfilación y se definen algunas variables.



C= Longitud del segmento de utilización

W=Ancho del Canal

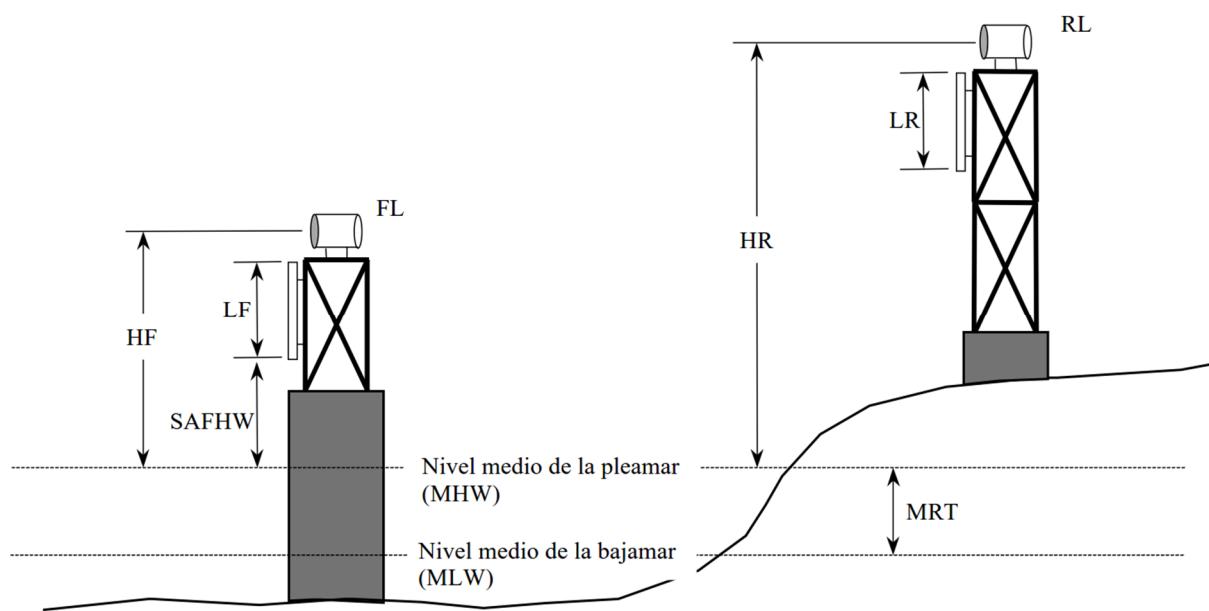
M= Distancia de la marca anterior hasta el final del segmento de utilización

R=Distancia entre la marca anterior y la posterior

Y= Distancia entre el observador y el eje del canal

Figura 1. Perspectiva horizontal de una enfilación.

2. Perspectiva lateral. En la figura 2 se muestra la perspectiva lateral de las estructuras de la enfilación y se definen otras variables adicionales. Las alturas de las estructuras (torres) se calculan por encima de la pleamar viva.



FL=Luz anterior

LF=Longitud vertical de la marca diurna de la enfilación anterior

HF= altura de la luz anterior sobre el nivel del mar

SAFW= Altura segura sobre el agua

FR=Luz posterior

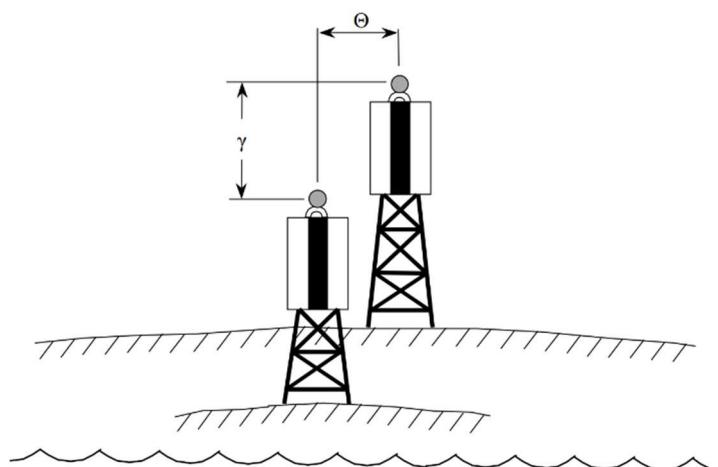
LR=Longitud vertical de la marca diurna de la enfilación posterior

HR= altura de la luz posterior sobre el nivel del mar

MRT= Carrera de marea media.

Figura 2. Perspectiva lateral de las estructuras de la enfilación (torres).

3. Perspectiva frontal. En la figura 3 se muestra la perspectiva frontal de las estructuras de la enfilación vistas desde un buque situado a estribor del eje del canal. También se muestran los ángulos horizontales (Θ) y vertical (γ) creados por las luces, tal y como los ve un observador.



Θ = Diferencia de la demora entre las luces
 γ = Diferencia entre la elevación de las luces

Figura 3. Perspectiva frontal de las estructuras de la enfilación.

LONGITUD DEL CANAL

Para diseñar una enfilación, previamente hay que especificar el segmento de utilización de la enfilación.

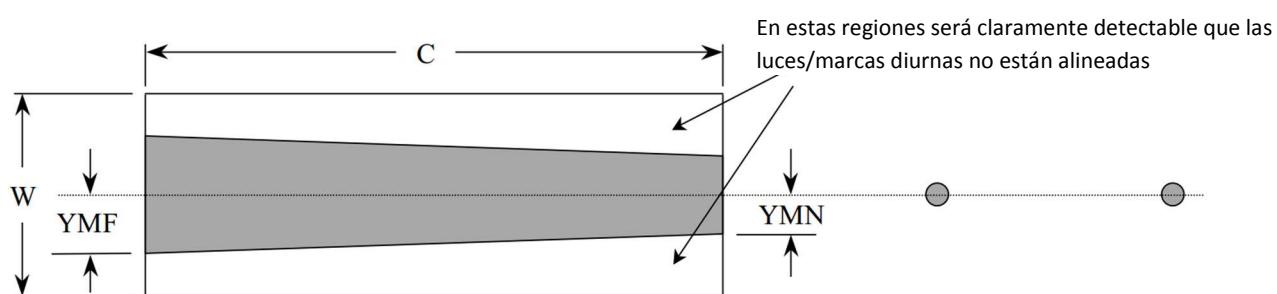
Las marcas diurnas de enfilación tienen que tener el tamaño suficiente para resultar visibles desde el extremo más lejano del canal; si esto no es posible, no es práctico. En el caso de segmentos de utilización largos, por el gran tamaño necesario de los paneles, se utilizarán luces diurnas.

Como marcas diurnas se utilizarán preferentemente los paneles descritos en la Guideline de la IALA Nº1023

Las estructuras tienen que ser lo suficientemente robustas para soportar la marca de enfilación cuando hay cargas de viento.

Distancia al eje

La distancia al eje es la distancia perpendicular desde la línea central a la que el observador detecta con seguridad que las luces de enfilación ya no están alineadas verticalmente.



YMN = Distancia al eje en el final del canal

YMF = Distancia al eje en el inicio del canal

Figura 4. Distancia al eje de una enfilación.

Factor de desviación perpendicular a la trayectoria (FDPT)

El factor de desviación perpendicular a la trayectoria (FDPT) se define como la distancia lateral al eje de la enfilación a la que el navegante puede detectar *con seguridad* que un buque no está en el eje del canal, dividida por el semiancho del canal, y expresado como porcentaje.

$$FDPT = \frac{YMF}{(W/2)} \cdot 100$$

En la tabla se indican las directrices para describir y aceptar los diferentes factores de desviación perpendicular a la trayectoria:

Factor de desviación perpendicular a la trayectoria según Guideline IALA 1023		
FDPT	Descripción	Interpretación
Más del 75%.	Inaceptable	Es necesario mejorar la enfilación o no se podrá utilizar
50% - 75%	Malo	Se debe reducir el factor de desviación perpendicular a la trayectoria si es físicamente posible.
30% - 50%	Suficiente	Sólo se debe reducir el factor de desviación perpendicular a la trayectoria si el coste es moderado.
20% - 30%	Bueno	Sólo se debe reducir el factor de desviación perpendicular a la trayectoria si el coste es escaso.
15% - 20%	Muy bueno	No es necesario emplear más fondos para reducir el factor transversal a la trayectoria.
10% - 15%	Excelente	El factor de desviación perpendicular a la trayectoria no debe ser inferior al 10% en el extremo más lejano del canal.

Tabla en la que se indica la calidad de la enfilación según el FDPT. Utilice esta tabla cuando haga uso del factor de desviación perpendicular a la trayectoria en el extremo más lejano del canal.

OTRAS RECOMENDACIONES

1. En las enfilaciones, y especialmente cuando se trata de luces diurnas, la divergencia vertical de los dos proyectores deberá ser tal que permita reconocer la luz desde la zona de adquisición; el valor mínimo de esta divergencia estará en función del resultado de la altura de diseño de cada una de las luces. En cuanto a la divergencia horizontal, deberá ser suficiente para cubrir todo el ancho del segmento de utilización (o canal navegable) necesario; además, en muchas ocasiones, será necesario que, al menos una de las luces, sea visible desde la zona de adquisición.
2. Cuando las condiciones meteorológicas son adversas, resulta muy difícil al buque mantener la enfilación. Para indicarle los límites de la canal, resulta muy útil y recomendable reforzar el balizamiento de este tramo recto con parejas de boyas.
3. La finalización del segmento de utilización de una enfilación debe quedar definido, para ello se puede emplear una boya. Esta boya debe quedar fondeada con la antelación suficiente para el buque de mayores dimensiones que transite por ese canal, medido en número de esloras. La necesidad de instalar boyas para este propósito y su ubicación, lo debe determinar las autoridades competentes, previa consulta con los usuarios o ensayos de maniobra en simuladores.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA ENFILACIÓN UTILIZANDO LA HOJA DE CÁLCULO DE IALA

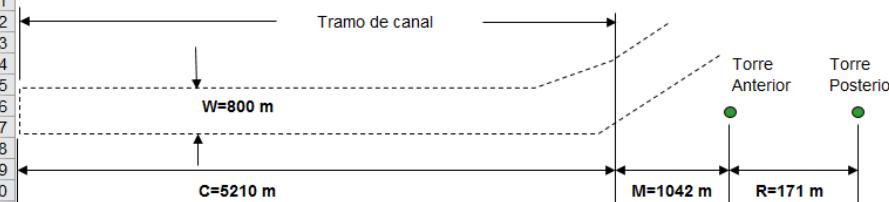
Disposición inicial del canal

1. Nombre de la enfilación : **ENFILACION**

2. Longitud del canal (C) : **5.210** (m)
 3. Anchura del canal (W) : **800** (m)

14. Distancia de fin de canal a torre anterior (M): **1.042** (m)
 15. Distancia entre torres (R): **171** (m)

Valores iniciales para introducir en el programa de diseño de enfilaciones



Esquema Inicial del canal

← → | **Datos iniciales** | Enfilación | Enfilación_Dia | Diseño final | +

1. Nombre de la enfilación:	ENFILACION			ENFILACION	6. Altura del ojo: 2 (m)
2. Luces nocturnas o diurnas? (N or D)	N	(m)	Distancia del extremo cercano (m)	Distancia al eje (m)	Factor desv per tray (mrad)
3. Longitud del canal:	5.210	5.210	5.210	79	20% 3,3
4. Anchura del canal:	800	800	4.689	70	18% 3,6
5. Carrera de marea media:	5	(m)	4.168	62	16% 3,8
6. Iluminación de fondo:	nula			3.647	54 14% 4,2
7. Visibilidad mínima:	7	(nm)	3.126	46	12% 4,6
8. Visibilidad de diseño:	10	(nm)	2.605	39	10% 5,0
9. Visibilidad máxima:	20	(nm)	2.084	31	8% 5,5
10. Distancia entre luces ant y post:	171	300	1.563	24	6% 6,1
11. Dist. extr. cercano de canal y luz ant.	1.042	1.135	1.042	17	4% 6,8
12. Altura segura sobre el mar:	0	(m)	521	11	3% 7,3
13. ¿Uso de marcas diurnas? (S o N)	N	(m)	0	5	1% 6,5
14. ¿Uso de luces diurnas? (S o N)	N	(m)			
15. Obstáculos (opcional):	Localization*	Altura**			
nº1					
nº2					
*Distancia desde el final de canal al obstáculo (m).					
**Altura por encima del nivel medio de la pleamar MHW (m).					
Sin marcas diurnas se ignora el contenido de la celda:	10,2	(m)	ENFILACION	6. Altura del ojo: 6 (m)	
Sin marcas diurnas se ignora el contenido de la celda:	12,2	(m)	Distancia del extremo cercano (m)	Distancia al eje (m)	Factor desv per tray (mrad)
Intensidad mínima de la luz anterior:	175	(cd)	5.210	80	20% 3,4
18. Intensidad seleccionada para la luz anterior (IF):	2.000	(cd)	4.689	71	18% 3,6
Intensidad recomendada para la luz anterior:	1.749	(cd)	4.168	63	16% 3,9
Intensidad máxima para la luz anterior:	14.121	(cd)	3.647	55	14% 4,2
Intensidad mínima para la luz posterior:	206	(cd)	3.126	47	12% 4,6
19. Intensidad seleccionada para la luz posterior (IR):	2.500	(cd)	2.605	39	10% 5,1
Intensidad recomendada para la luz posterior:	2.143	(cd)	2.084	31	8% 5,6
Intensidad máxima para la luz posterior:	23.126	(cd)	1.563	24	6% 6,3
Recomendación de la relación de intensidades IA/IP:	1,22		1.042	17	4% 7,0
Relación IR/IF para las intensidades seleccionadas:	1,25		521	11	3% 7,7
Alturas de las luces Ant. y post. respecto a (MHW)***			0	6	1% 7,3
Altura mínima recomendada para la luz anterior:	0,1	(m)			
20. Altura seleccionada para la luz anterior:	56	(m)			
Altura mínima recomendada para la luz posterior:	74,3	(m)			
21. Altura seleccionada para la luz posterior:	81	(m)			
← → Datos iniciales Enfilación Enfilación_Dia Diseño final +					

ENFILACION		ENFILACION			
	D (m)	ALTURA DEL OJO 2 (m)	Distancia del extremo cercano (m)	Distancia al eje (m)	Factor desv. per tray (mrad) (MLW)
2 Nombre de enfilación:	ENFILACION	2	5.210	74	18% 3.0
3 ¿Luces nocturnas o diurnas? (N or D)	D	4.689	66	16% 3.2	
4 Longitud del canal:	5.210 (m)	4.168	58	14% 3.5	
5 Anchura del canal:	800 (m)	3.647	50	13% 3.8	
6 Carrera de marea media:	5 (m)	3.126	43	11% 4.1	
7 Iluminación de fondo: (no para tiempo diurno)	NULA	2.605	36	9% 4.5	
8 Visibilidad mínima:	7 (nm)	2.084	29	7% 4.9	
9 Visibilidad de diseño:	10 (nm)	1.563	22	5% 5.4	
10 Visibilidad máxima:	20 (nm)	1.042	16	4% 5.9	
11 Distancia entre luces ant. y post.:	300 (m)	521	10	2% 6.2	
12 Dist. extr. Cercano de canal y luz ant.:	1.135 (m)	0	5	1% 5.0	
13 Altura de segura sobre el mar:	0 (m)				
14 ¿Usa marcas diurnas? (S o N)	N				
15 Obstáculos (opcional):	Localización* nº1 0 nº2 0	Altura** 0.0 0.0			
16					
17					
18					
19	*Distancia desde el final de canal al obstáculo (m).				
20	**Altura por encima del nivel medio de la pleamar MHW (m).				
21	-----				
22					
23					
24	Sin marcas diurnas se ignora el contenido de la celda:	10,2 (m)	5.210 (m)	74 (m)	19% 3.0
25		4.689 (m)	66 (m)	17% 3.3	
26		4.168 (m)	58 (m)	15% 3.5	
27	Sin marcas diurnas se ignora el contenido de la celda:	12,2 (m)	3.647 (m)	51 (m)	13% 3.8
28		3.126 (m)	43 (m)	11% 4.2	
29	Intensidad mínima para la luz ant:	174.434 (cd)	2.605 (m)	36 (m)	9% 4.6
30	18. Intensidad selecc. para la luz ant.(IF):	175.000 (cd)	2.084 (m)	29 (m)	7% 5.0
31		1.563 (m)	22 (m)	6% 5.6	
32		1.042 (m)	16 (m)	4% 6.1	
33		521 (m)	10 (m)	2% 6.2	
34	Intensidad mínima de la luz posterior:	205.052 (cd)	0	5 (m)	1% 5.0
35	19. Intensidad selecc. para la luz post.(IR):	210.000 (cd)			
36					
37	Recomendación de la relación de intensidades IR/IF:	1,22	16		
38	Relación IR/IF para las intensidades seleccionadas:	1,20	ALTURA DEL OJO:		
39			Distancia del extremo cercano (m)	Distancia al eje (m)	Factor Desv. per tray (mrad) (MLW)
40			5.210	74	19% 3.0
41			4.689	66	17% 3.3
42			4.168	58	15% 3.5
43			3.647	51	13% 3.8
44			3.126	43	11% 4.2
45			2.605	36	9% 4.6
46			2.084	29	7% 5.0
47			1.563	22	6% 5.6
48	*** (MHW) Nivel medio de la pleamar		1.042	16	4% 6.1
			521	10	2% 6.2
			0	5	1% 5.0

← →
Datos iniciales
Enfilación
Enfilación_Dia
Diseño final

Configuración final de la enfilación

1	Nombre de enfilación: ENFILACION		
2	Longitud de canal (C): 5.210 Metros		
3	Anchura de canal (W): 800 Metros		
4			
5	Distancia final de canal torre a anterior (M): 1.135 Metros		
6	Distancia entre torres (R): 300 Metros		
7			
8	Intensidad de luz anterior (Noche): 2.000 Candelas		
9	Altura de la luz anterior (Noche): 56,0 Metros		
10			
11	Intensidad de la luz posterior (Noche): 2.500 Candela		
12	Altura de la luz posterior (Noche): 81,0 Metros		
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24	Segmento de canal		
25			
26	W=800 m		
27			
28	C=5210 m		
29			
30	M=1135 m		
31	R=300 m		
32			
33			
34			
35	Diseño final del canal		
36			

← →
Datos iniciales
Enfilación
Enfilación_Dia
Diseño final

IALA-AISM

SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO

y otras Ayudas a la Navegación



2011

Puertos del Estado



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

**Nuestro agradecimiento al Servicio de Hidrografía Naval de Argentina
por su colaboración**

ÍNDICE

Antecedentes históricos	3
Principios generales del sistema	5
Reglas	8
Mapa de las regiones A y B	12/13



SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO

y otras Ayudas a la Navegación

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

ANTES DE 1976

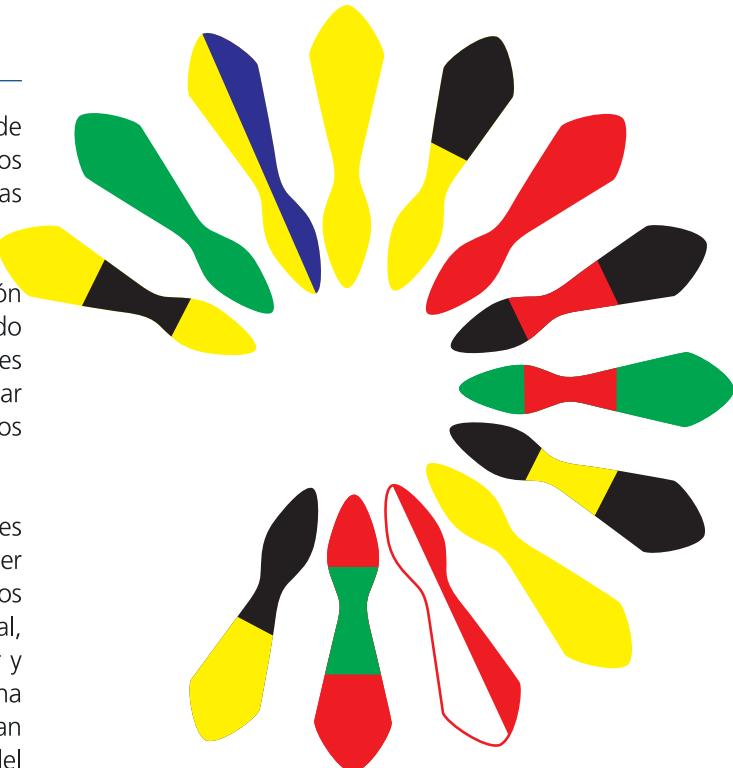
En el mundo llegó a haber más de 30 sistemas de balizamiento marítimo diferentes, muchos de ellos con reglamentaciones totalmente contradictorias entre sí.

Desde que a fines del siglo XIX hicieron su aparición las boyas luminosas, siempre ha habido desacuerdo acerca de la manera de usarlas. Así, algunos países se mostraron a favor de usar luces rojas para señalar el lado de babor de los canales mientras que otros eran partidarios de ubicarlas del lado de estribor.

Otra de las diferencias de opinión fundamentales giraba alrededor de los principios a aplicar al disponer las señales de ayuda al navegante. La mayoría de los países adoptaron los principios del Sistema Lateral, en el cual las señales indican los lados de babor y estribor de la ruta a seguir, de acuerdo con alguna dirección convenida. Sin embargo, varios países eran también partidarios de aplicar los principios del Sistema Cardinal, en el cual los peligros están indicados mediante una o más boyas o balizas colocadas en los cuadrantes del compás, para indicar donde está situado el peligro con relación a la señal, siendo este sistema particularmente útil en mar abierto, donde la orientación del balizamiento lateral podría no ser fácilmente discernible.

La mayor aproximación a un acuerdo internacional sobre la unificación del Sistema de Balizamiento se alcanzó en Ginebra en 1936. Redactado bajo los auspicios de la Liga de las Naciones, el acuerdo nunca fue ratificado debido al estallido de la segunda guerra mundial. Dicho acuerdo proponía el uso indistinto de las señales Laterales o Cardinales, pero separándolas en dos sistemas diferentes. Disponía el uso del color rojo para las señales del lado de babor y se reservaba en gran medida el color verde para señalizar los naufragios.

Al finalizar la segunda guerra mundial, muchos países se encontraron con sus ayudas a la navegación destruidas, y tuvieron que encarar



urgentemente su rehabilitación. En ausencia de algo mejor, se adoptaron las reglas de Ginebra, con o sin modificaciones, para adaptarlas a las condiciones locales y a los equipos disponibles. Esto condujo a grandes y, a veces, conflictivas diferencias, especialmente en las congestionadas aguas del Noroeste de Europa.

En 1957 se formó lo que luego sería la Asociación Internacional de Señalización Marítima (IALA/AISM), con el fin de respaldar los objetivos de las conferencias técnicas sobre señalización que se habían venido celebrando desde 1929.

Las tentativas para lograr una homogeneización completa tuvieron escaso éxito. Pero una serie de desastrosos naufragios ocurridos en el área del estrecho de Dover en 1971 imprimió un nuevo ímpetu a los esfuerzos del Comité Técnico de la IALA. Los naufragios situados dentro de un sistema de separación de tráfico desafiaron todos los intentos realizados para señalarlos de manera de manera fácilmente comprensible para los navegantes.

Había tres cuestiones básicas a tratar:

- La necesidad de conservar en lo posible los equipos existentes a fin de evitar un gasto excesivo.
- La necesidad de definir la manera de utilizar los colores verde y rojo en la señalización de los canales.
- La necesidad de combinar las reglas de los Sistemas Lateral y Cardinal.

Para satisfacer las puntos contradictorios se consideró necesario, como primer paso, formular dos sistemas: uno que utilizara el color rojo para señalar el lado babor de los canales y otro que empleara ese mismo color para marcar el lado estribor. Estos Sistemas fueron denominados A y B, respectivamente.

Las reglas para el Sistema A, que incluían tanto las señales Cardinales como las Laterales, fueron completadas en 1976 y aprobadas por la Organización Marítima Internacional (OMI). El Sistema comenzó a introducirse en 1977, y su uso fue extendiéndose gradualmente a través de Europa, Australia, Nueva Zelanda, África, el Golfo y algunos países asiáticos.

A PARTIR DE 1980

Las reglas para el Sistema B fueron concluidas a principios de 1980, y se consideró que serían adecuadas para su aplicación en los países de América del Norte, Central y Sur, Japón, Corea y Filipinas.

Las reglas de ambos sistemas eran tan similares que el Comité Ejecutivo de la IALA/AISM combinó los dos juegos de reglas en uno sólo, conocido como "Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA". Este único sistema de reglas permite a las autoridades de balizamiento elegir, según la región, entre usar el rojo a babor o a estribor; esas dos regiones se conocen como Región A y Región B.

Durante la Conferencia convocada por la AIS en Noviembre de 1980, con la asistencia de la OMI y la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), se reunieron las Autoridades de Faros de 50 países y los representantes de 9 Organismos Internacionales relacionados con las ayudas a la navegación y acordaron adoptar las reglas del nuevo sistema combinado. Se establecieron también los límites de las regiones y éstos se dibujaron en un mapa anexo a las reglas. La Conferencia destacó además que para la puesta en práctica del nuevo sistema sería necesaria la cooperación entre los países vecinos y los Servicios Hidrográficos.

A PARTIR DE 2010

Aunque el Sistema de Balizamiento Marítimo (SBM) ha resultado muy útil para la comunidad marítima desde sus comienzos en la década de los 70, después de la Conferencia de la IALA/AISM en Shangai, China, en 2006, se decidió revisar el sistema a la vista de los cambios en el entorno de la navegación y el desarrollo de las ayudas electrónicas a la navegación.

Una consulta a nivel mundial puso de manifiesto que debían conservarse los principios fundamentales del SBM. Sin embargo, los cambios en las prácticas y patrones de navegación, y las innovaciones y los desarrollos tecnológicos, hacían necesarias algunas mejoras en el sistema.

En principio, lo ideal sería un sistema único de señalización para las Regiones A y B. Pero todos los miembros de la IALA/AISM consideran que este cambio es poco práctico, va en detrimento de la seguridad y probablemente será imposible de lograr. Sin embargo, con objeto de mejorar la seguridad de la navegación, se puede avanzar hacia un sistema mundial único mediante la adopción de características comunes, como el uso de ritmos de luz coherentes en las señales de las bandas de babor y estribor sin importar la región.

Las modificaciones más importantes de la revisión de 2010 son la inclusión de otros tipos de ayudas a la navegación recomendadas por la AIS, que son adicionales a las del SBM. Esto está encaminado a proporcionar una descripción más completa de las ayudas a la navegación que pueden utilizarse, lo que incluye la Boya de Emergencia o Naufragio, las descripciones de otras ayudas a la navegación específicamente excluidas del SBM original, y la integración de señales electrónicas mediante transmisiones de radio. Con respecto a las ayudas a la navegación, las modificaciones previstas por esta revisión permitirán que el concepto de navegación electrónica de emergencia se base en las señales proporcionadas en este folleto.

De este modo, el Sistema de Balizamiento Marítimo de la IALA/AISM continuará ayudando a todos los navegantes de cualquier parte del mundo a establecer su posición y a evitar peligros sin temor a ambigüedades tanto ahora como en el futuro.

Todas las autoridades marítimas competentes fomentarán la continuidad y la armonización de las 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 naveables 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 boyas 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 (SIA/AIS 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, enfileraciones, 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 enfileración 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 (enfieraciones) o de marcas (marcas de enfileración); 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 (descriptas con más detalle en la sección 8.7).

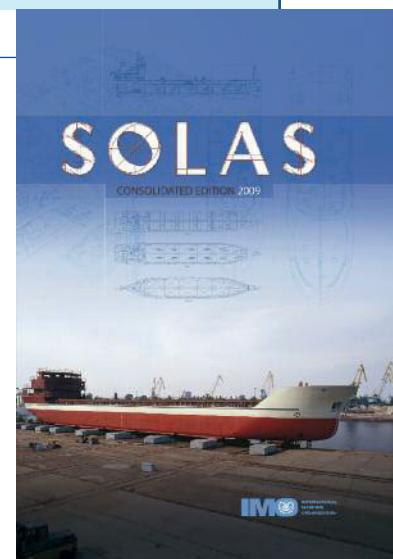
CAPÍTULO V SOLAS

Regla 13 – Edición Consolidada 2009

Establecimiento y funcionamiento de Ayudas a la Navegación

1. Todo Gobierno Contratante se obliga a establecer, si lo estima práctico y necesario, ya sea individualmente o en colaboración con otros Gobiernos Contratantes, las ayudas a la navegación que justifique el volumen de tráfico y exija el grado de riesgo.
2. Con objeto de lograr que las ayudas a la navegación sean lo más uniformes posible, los Gobiernos Contratantes se obligan a tener en cuenta las recomendaciones y directrices internacionales* al establecer dichas ayudas a la navegación.
3. Los Gobiernos Contratantes se obligan a disponer lo necesario para que la información relativa a dichas ayudas a la navegación se encuentre a disposición de todos los interesados. Los cambios en la transmisión de los sistemas de posición fijos que puedan afectar de forma adversa al funcionamiento de los receptores instalados en los buques, se evitarán en la medida de lo posible y sólo se efectuarán después de que se haya difundido el aviso oportuno.

* Véanse las recomendaciones y directrices apropiadas de la IALA/AISM, y la SN/Circ. 107: Sistema de Balizamiento Marítimo.



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 naveguables.
- 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:

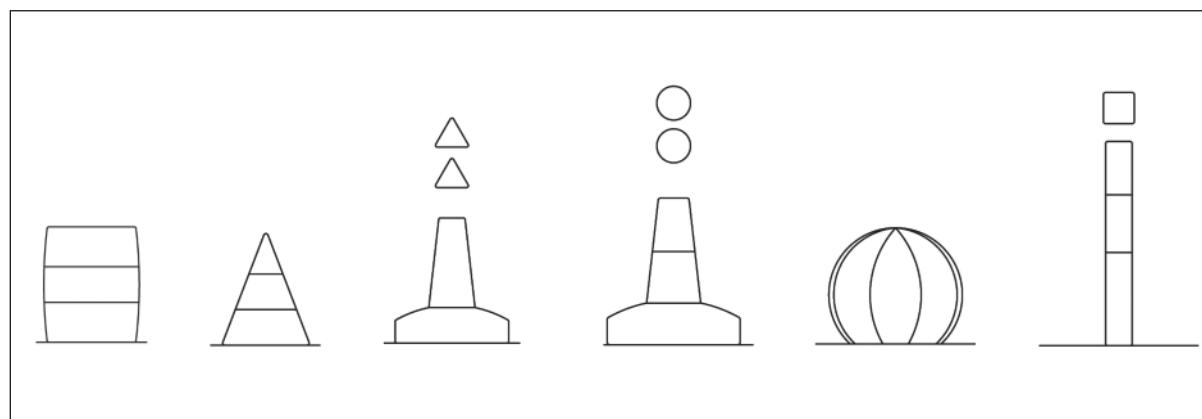
- 1.2.1. Marcas Laterales, utilizadas generalmente para canales bien definidos, asociadas a un sentido convencional del balizamiento. Estas marcas indican los lados de babor y estribor de la derrota que debe seguirse. En la bifurcación de un canal puede utilizarse una marca lateral modificada para indicar 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 naveguables.
- 1.2.3. Marcas de Peligro Aislado, para indicar peligros aislados de dimensiones limitadas enteramente rodeadas de aguas naveguables.
- 1.2.4. Marcas de Aguas Naveguables, para indicar que las aguas son naveguables 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, Ay 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

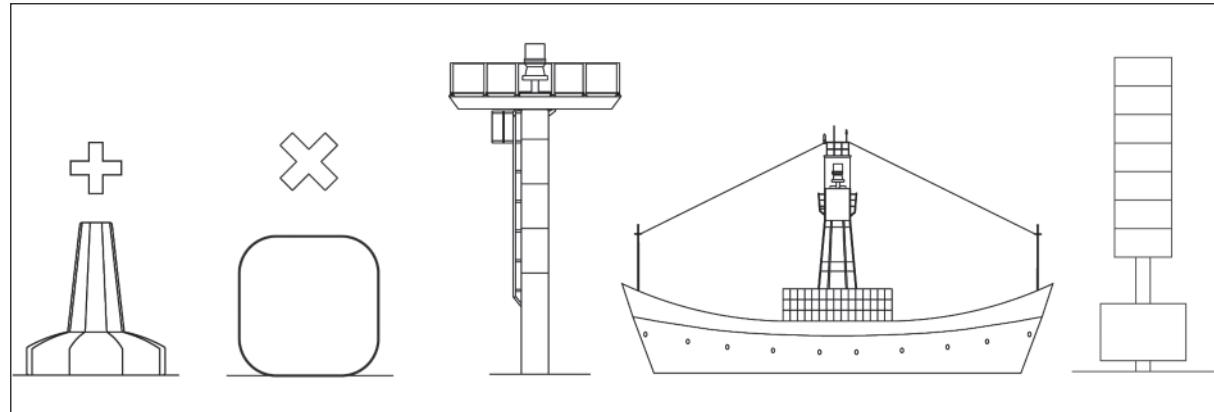
Las marcas laterales deberán tener forma cilíndrica o cónica. Sin embargo, cuando no puedan identificarse por la forma deberán estar provistas, siempre que sea posible, de la marca de tope adecuada.

2.3.3. Ordenación numérica o alfabética

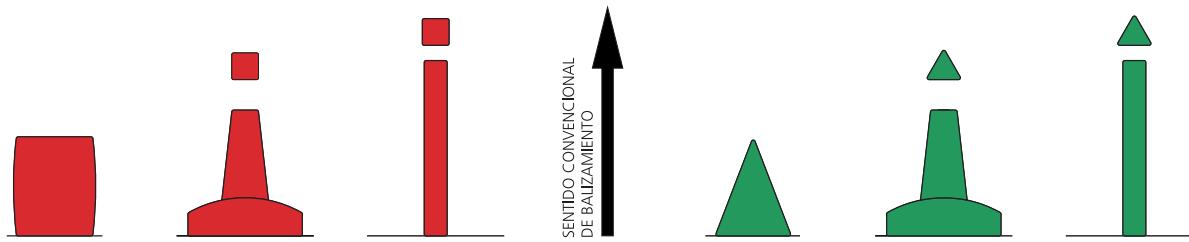
Si las marcas de las márgenes de un canal están ordenadas mediante números o letras, la sucesión numérica o alfabética seguirá el "sentido convencional del balizamiento, es decir, numeradas desde el mar. El protocolo para la numeración de las marcas laterales, especialmente en vías navegables confinadas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

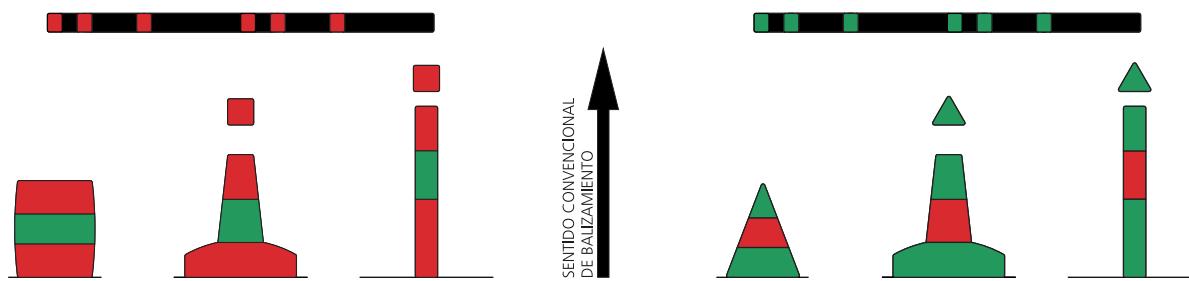


2.4. Descripción de las Marcas Laterales de la región A



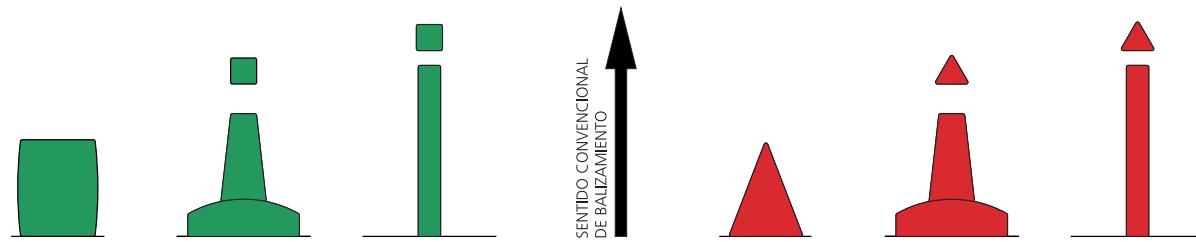
	2.4.1. Marcas de babor	2.4.2. Marcas de Estribor
Color	Rojo	Verde
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro rojo	Un cono verde con el vértice hacia arriba
Luz (si tiene)		
Color	Rojo	Verde
Ritmo	Cualquiera excepto el descrito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



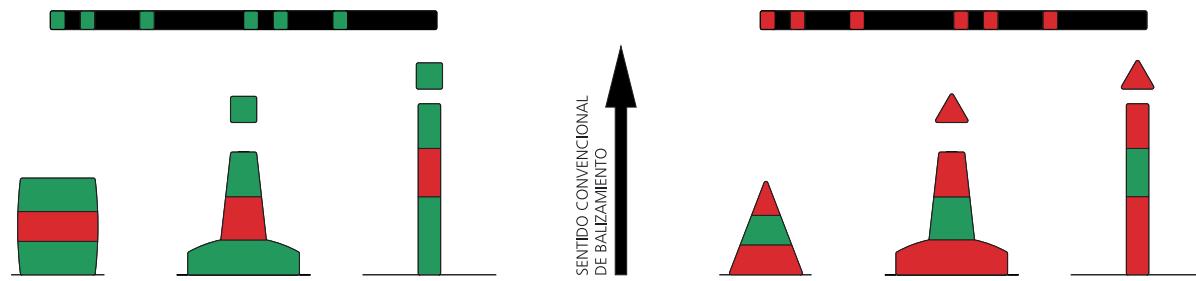
	2.4.3.1. Canal principal a estribor	2.4.3.2. Canal principal a babor
Color	Rojo con una banda ancha horizontal verde	Verde con una banda ancha horizontal roja
Forma (boyas)	Cilíndrica, de castillete o espeque	Cónica, de castillete o espeque
Marca de tope (si tiene)	Un cilindro rojo	Un cono verde con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

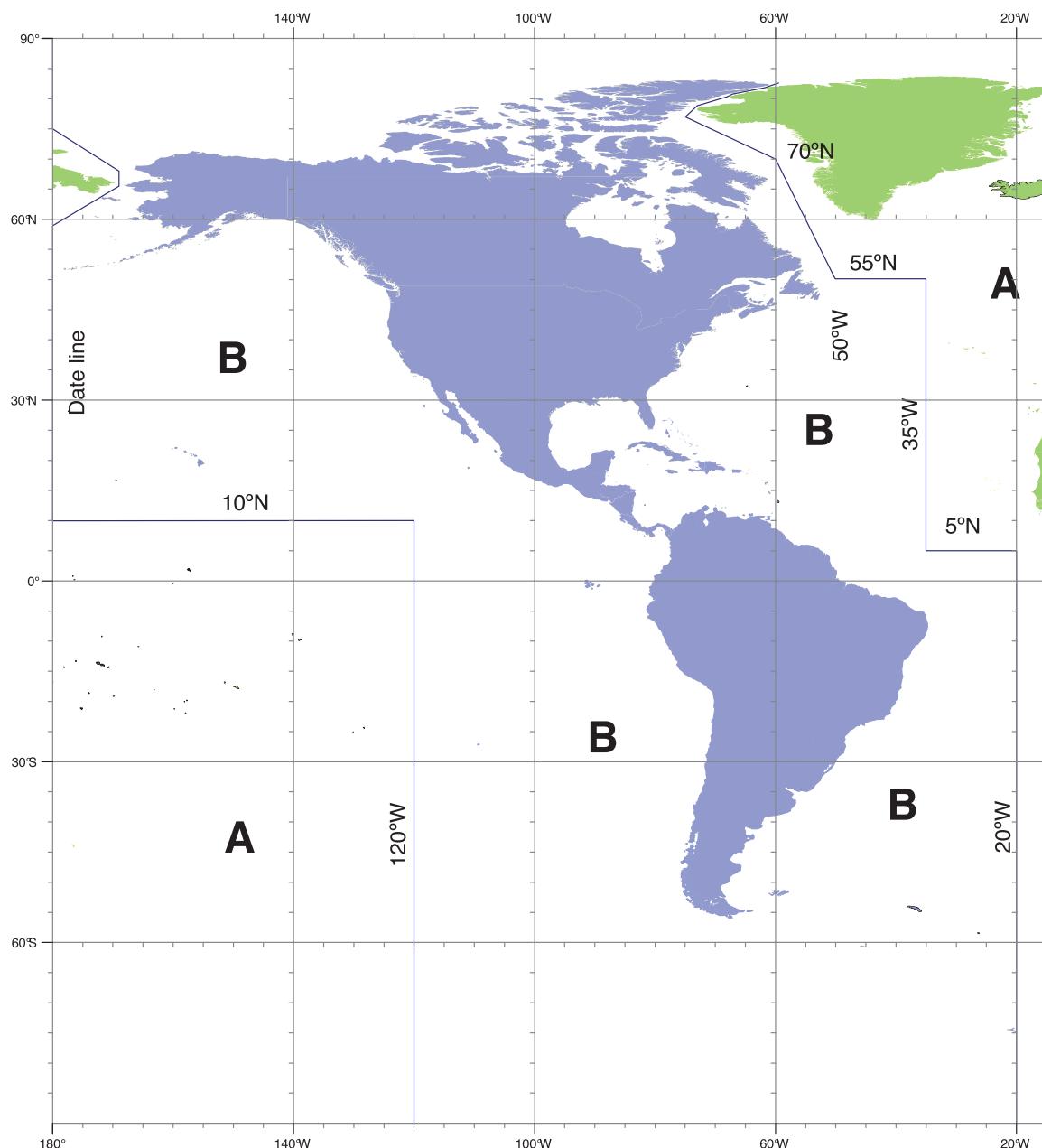
2.5.3. En el punto de bifurcación de un canal, siguiendo el sentido convencional del balizamiento, se puede indicar el canal principal mediante una marca lateral de babor o estribor modificada de la manera siguiente:



	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

SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO DE LA AISM/IALA

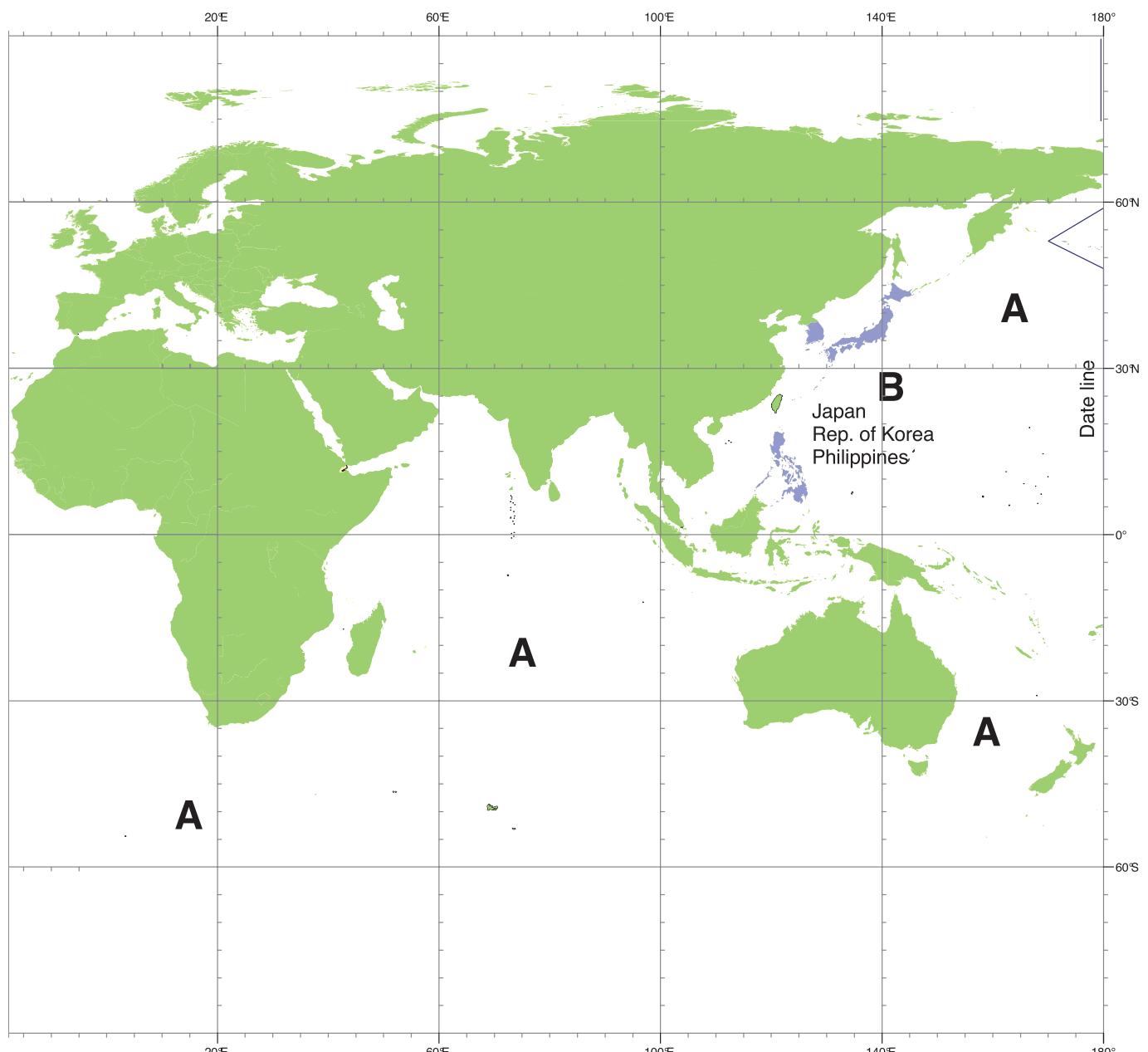
Regiones de Balizamiento A y B



Región A
Región B

SISTEMA DE BALIZAMIENTO MARÍTIMO DE LA AIS/M/IALA

Regiones de Balizamiento A y B



Región A
Región B

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:

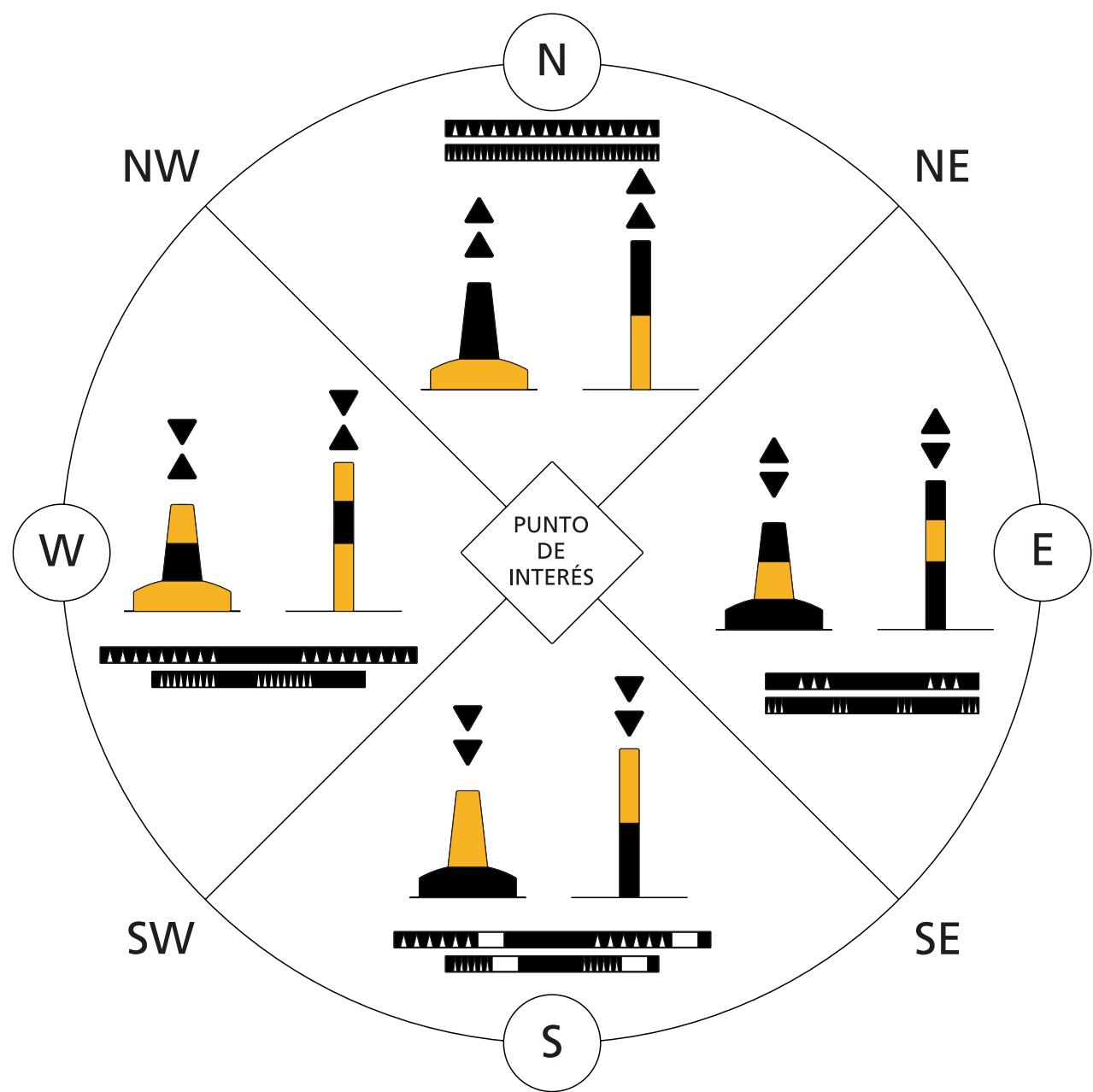
- 3.2.1. Para indicar que las aguas más profundas en esa zona se encuentran en el cuadrante correspondiente al nombre de la marca.
- 3.2.2. Para indicar el lado por el que se ha de pasar para salvar un peligro.
- 3.2.3. Para llamar la atención sobre una configuración especial de un canal, tal como un 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

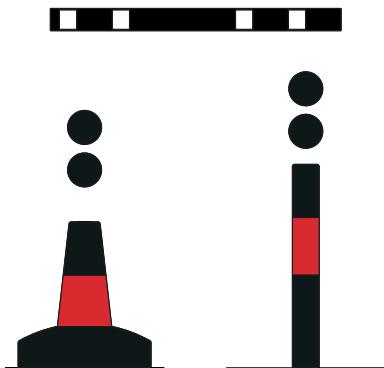
	3.3.1. Marca Cardinal Norte	3.3.2. Marca Cardinal Este
Marca de tope ^(a)	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia arriba	Dos conos negros superpuestos opuestos por sus bases
Color	Negro sobre amarillo	Negro con una ancha banda horizontal amarilla
Forma (boyas)	De castillete o espeque	De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

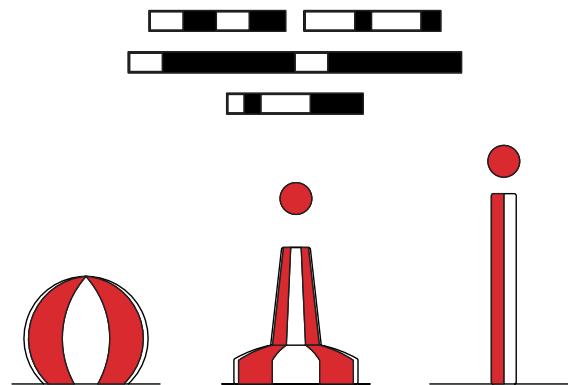
Una marca de peligro aislado es una marca colocada o fondeada sobre un peligro a cuyo alrededor las aguas son navegables.

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 ^(b)	Dos esferas negras superpuestas
Luz (si tiene)	
Color	Blanco
Ritmo	Grupos de dos destellos GpD (2)

Nota ^(b): 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"

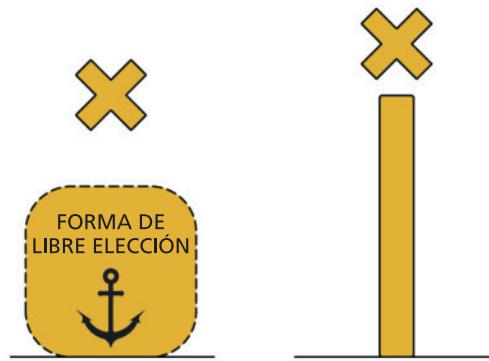
6. MARCAS ESPECIALES

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



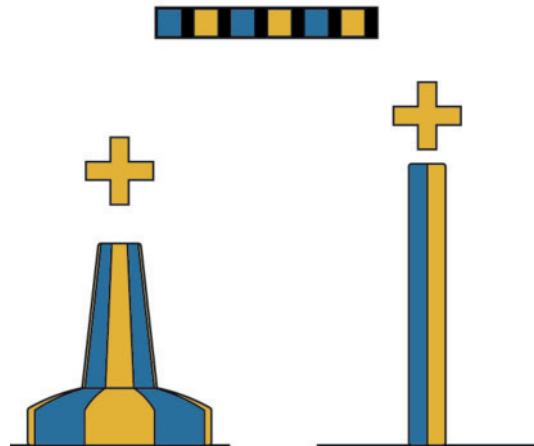
7. PELIGROS NUEVOS

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 boyas 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 señalizado por una baliza “racon” codificada con la letra Morse “D”. [...]
- 7.2.5. Además, puede ser señalizado 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.



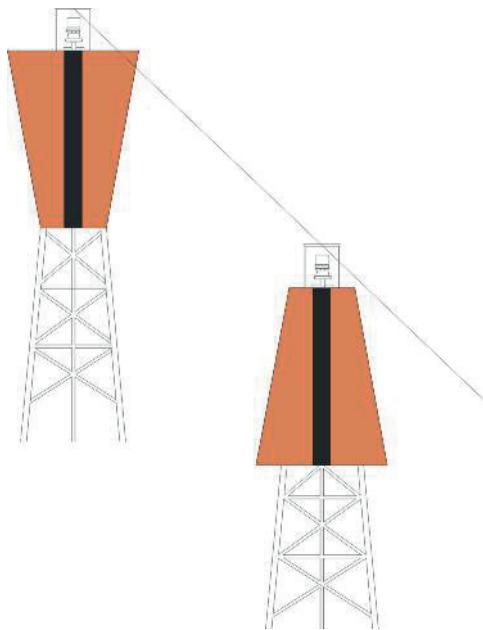
7.3. Descripción de las Boyas de emergencia o naufragio (nuevos peligros)

	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

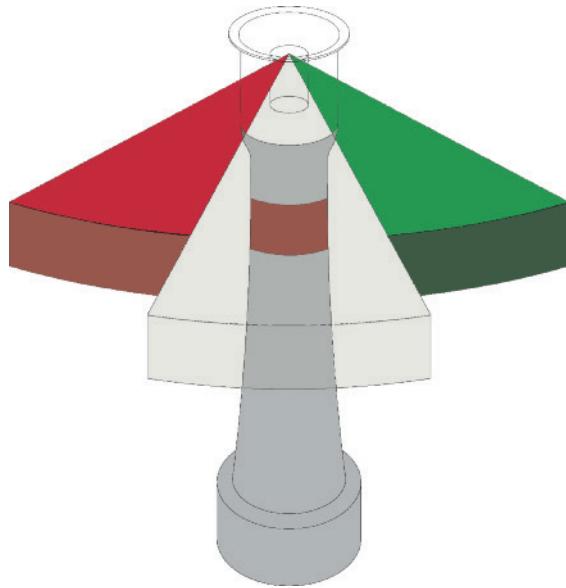
Grupo de dos o más marcas o luces en el mismo plano vertical, a fin de que el navegante pueda seguir la línea de enfilación en la misma demora.

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 distinguirlas 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.

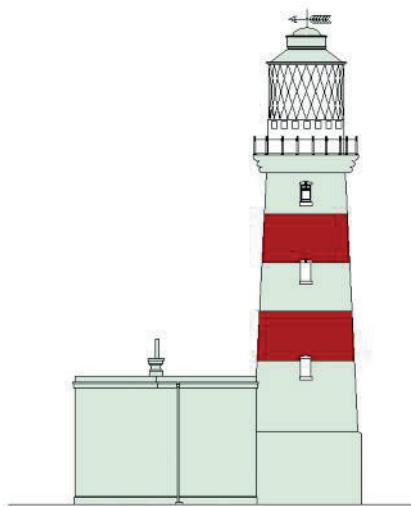
8.2.2. Descripción de las Luces de Sectores

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



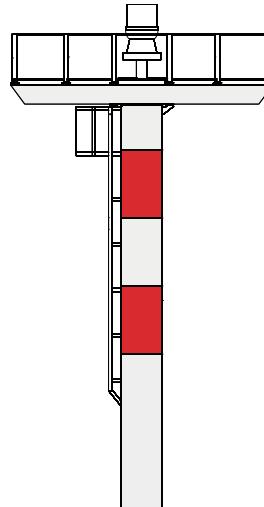
8.3.1. Definición de Faro

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.

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.

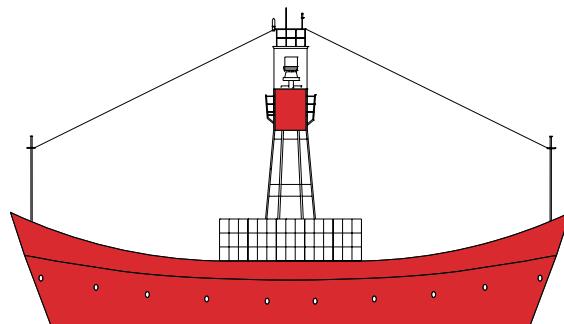
8.4.2. Descripción de una Baliza

- 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/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 identifiable

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

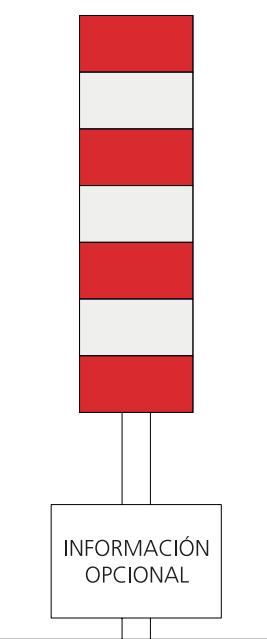
Estas ayudas se despliegan, por lo general, en lugares críticos y están destinadas a señalar los accesos desde alta mar donde existen áreas con elevada concentración de tráfico marítimo. Pueden servir de plataforma para otras Ayudas a la Navegación, como el Racon o el AIS (SIA/AIS como ATON).para ayudar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

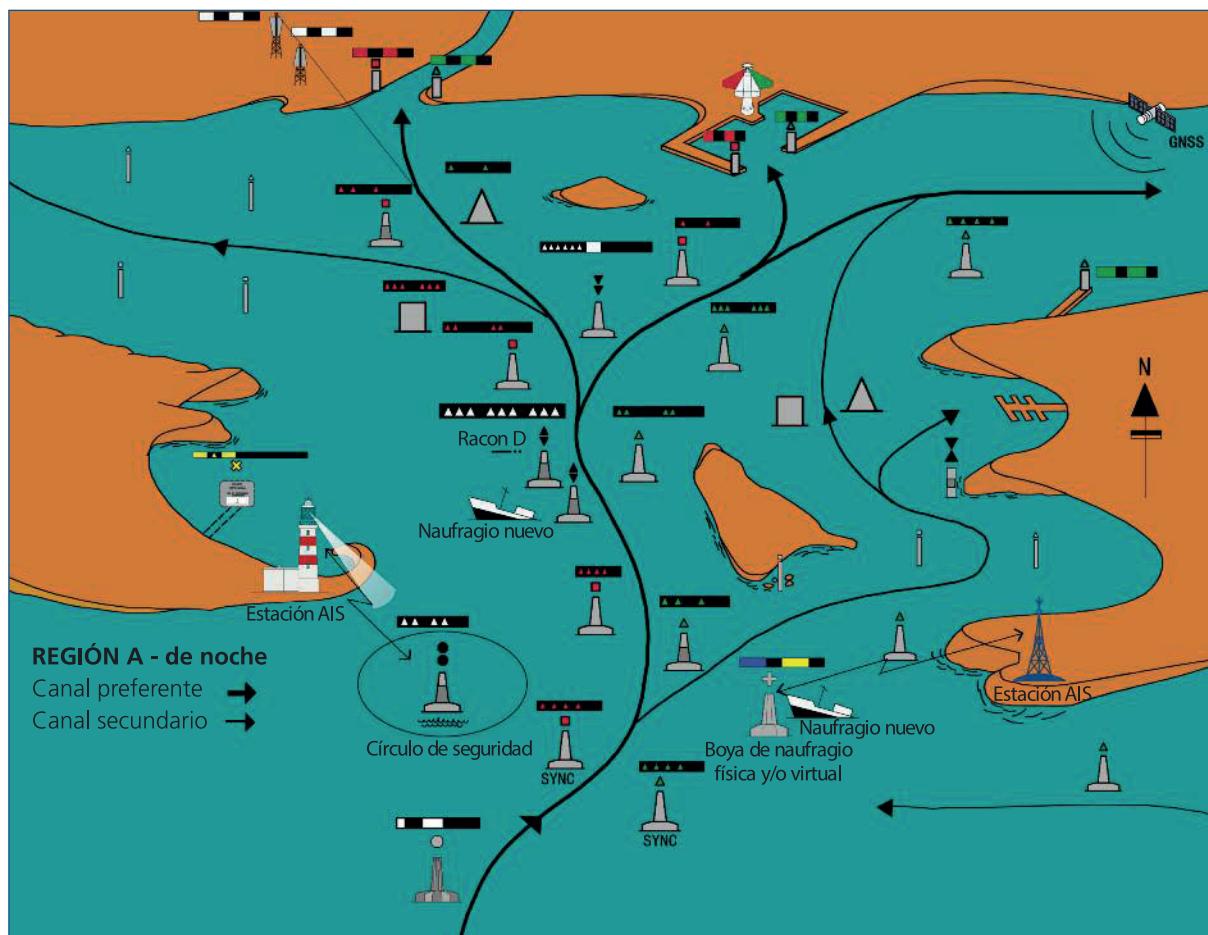
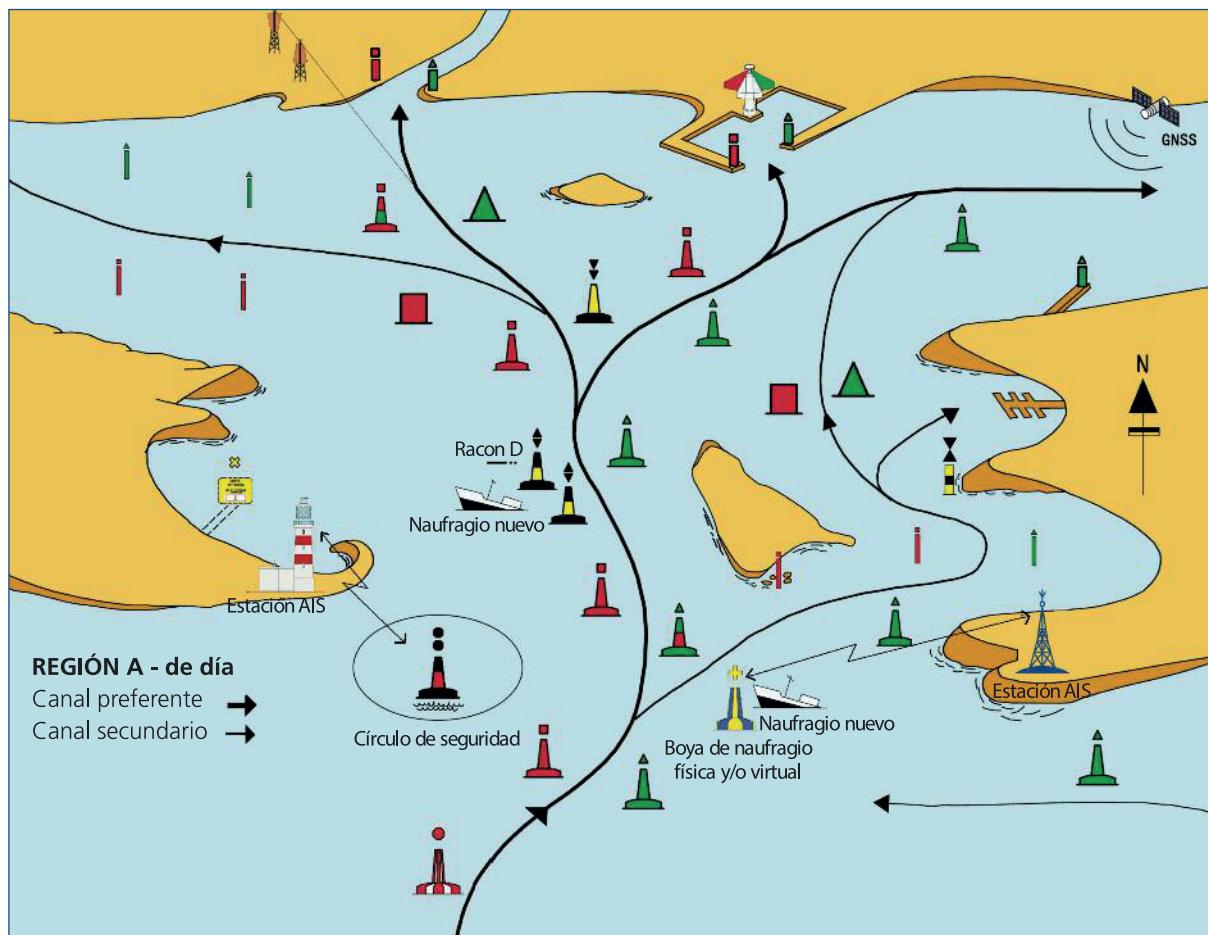
Las Ayudas locales a la Navegación pueden incluir, aunque no exclusivamente, la señalización de:

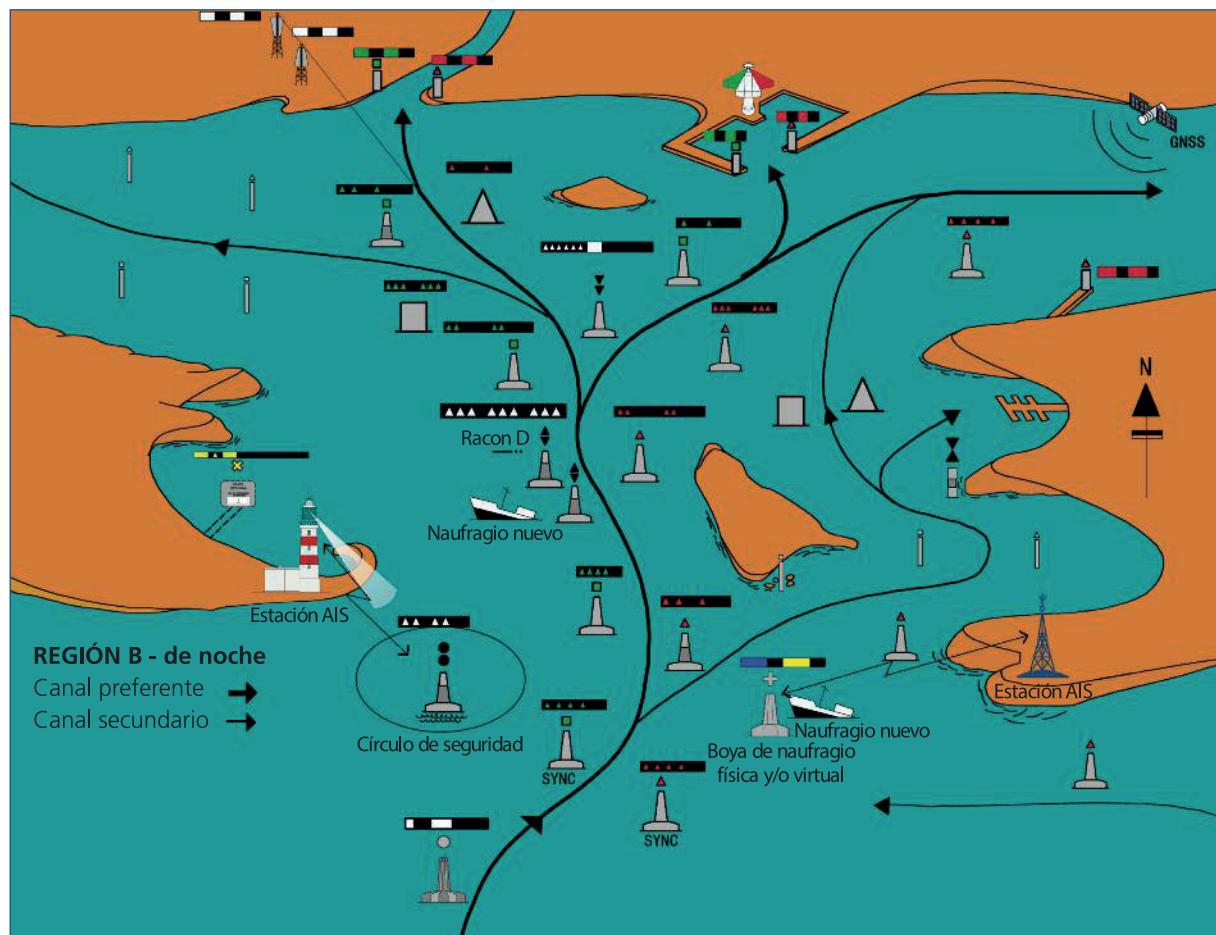
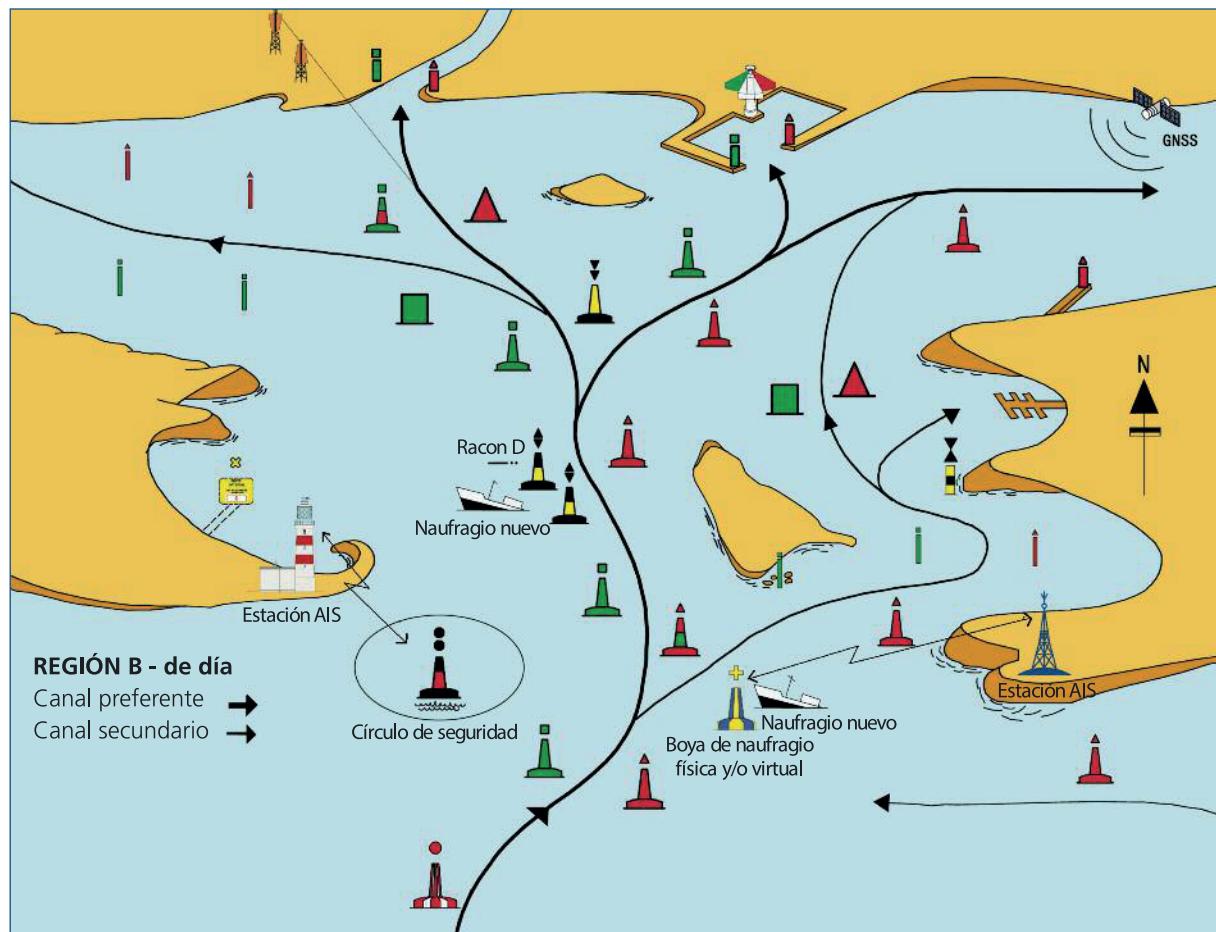
- Escolleras, muelles, malecones
- Puentes y señales de tráfico
- Zonas de recreo.

y otros ríos, canales, esclusas y vías navegables señalizadas por las autoridades competentes dentro de sus responsabilidades.

9. RECOMENDACIONES Y DIRETRICES 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.







Nuevo Sistema de Balizamiento y Otras Ayudas a la Navegación,
adoptado para las Costas Españolas por Resolución del Presidente de
Puertos del Estado de 8 de junio de 2010



ASOCIACIÓN INTERNACIONAL
DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN MARÍTIMA Y AUTORIDADES DE FAROS

**segunda edición
Marzo 2010**

ORGANISMO PÚBLICO PUERTOS DEL ESTADO
Avda. del Partenón, 10 • Campo de las Naciones
28042 Madrid (ESPAÑA)
www.puertos.es

Puertos del Estado



MINISTERIO
DE FOMENTO

JUNIO-2017