



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**



Anejo Nº3 – Equipamientos

Diseño y análisis estructural de helipuerto de aluminio sobre la cubierta de un buque de apoyo marítimo en alta mar.

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Trabajo Final de Máster

ANEJO Nº3

EQUIPAMIENTOS

ÍNDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO.....

2. PUNTOS DE AMARRE.....

3. RED DE SEGURIDAD PERIMETRAL.....

4. SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y AYUDAS VISUALES

4.1. LUCES PERIMETRALES.....

4.2. LUCES TD/PM.....

4.3. LUCES DE ESTADO.....

4.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI)

4.5. MANGA DE VIENTO ILUMINADA

5. SISTEMA DE CANALIZACIÓN

6. SUPERFICIE DEL HELIPUERTO.....

6.1. MARCAS DE PINTURA.....

6.2. FRICCIÓN DE LA SUPERFICIE

3

3

3

4

4

5

5

6

6

6

6

6

8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Disposición de los puntos de amarre. Fuente: Propia.

Figura 2 - Punto de amarre en panel de aluminio del tablero. Fuente: Propia.

Figura 3 - Detalle esquina de red de seguridad perimetral. Fuente: Propia.

Figura 4 - Detalle de unión de la red de seguridad perimetral al helipuerto. Fuente: Propia.....

Figura 5 - Subdivisión de los paneles de la red para facil montaje. Fuente: Propia.

Figura 6 - Esquema de sistema de iluminación de un helipuerto. Fuente: ORGA lighting.

Figura 7 - Planta y alzado de las luces perimetrales. Fuente: ORGA lighting.

Figura 8 - Iluminacion TD/PM círculo central y “H”. Fuente: ORGA lighting.

Figura 9 - Iluminación sistema TD/PM. Fuente: ORGA lighting.

Figura 10 - Luces de estado. Fuente: ORGA lighting.....

Figura 11 - Manga de viento iluminada. Fuente: ORGA lighting.

Figura 12 - Unión sistema de drenaje con el tablero. Fuente: Propia.

Figura 13 - Ejemplo de colores del area de aterrizaje. Fuente: CAP 437.....

Figura 14 - Marca origen sector libre de obstáculos. Fuente: Propia.....

Figura 15 - Marcas de pintura del helipuerto objeto de estudio. Fuente: Propia.

Figura 16 - Marca "H" del helipuerto. Fuente: Propia.

Figura 17 - Nombre del helipuerto. Fuente:Propia.

Figura 18 - Panel de aluminio machiembrado AW 6063 T6. Fuente: Propia.....

3

3

3

4

4

4

5

5

5

5

6

6

6

7

7

7

8

1. Objeto del documento

El objetivo de este documento es describir los equipamientos básicos que han de incluirse en el diseño de cualquier helipuerto sobre buques. Estos equipamientos incluyen los puntos de amarre del helicóptero una vez ha aterrizado, la disposición y características de las luces, el marcado de pintura para poder realizar de manera correcta las maniobras de despegue y aterrizaje, la red de seguridad perimetral y el sistema de canalización de la plataforma del helipuerto.

2. Puntos de amarre

Una vez el helicóptero ha aterrizado se deben proporcionar suficientes puntos de amarre para asegurar el helicóptero de diseño a la plataforma. Estos puntos de amarre deben estar ubicados sobre la plataforma intentando que no entorpezcan el acceso a las plataformas.

Tal y como se observa en la figura 1, se han dispuesto 12 puntos de amarre repartidos en dos círculos concéntricos de radio 3 y 6 metros con centro en la zona TLOF/FATO.

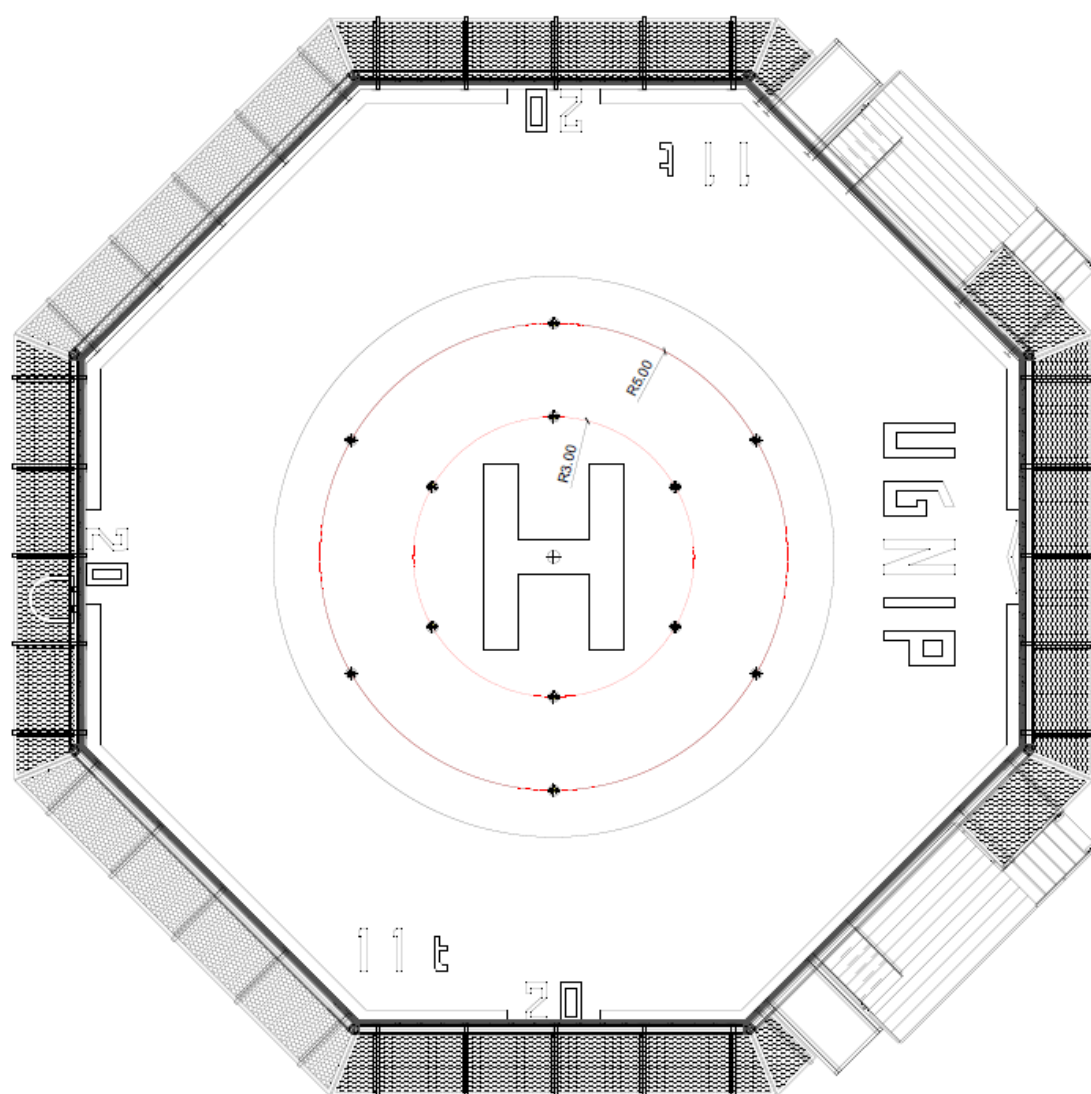


Figura 1 - Disposición de los puntos de amarre. Fuente: Propia.

Los puntos de amarre tienen un diámetro de 200 mm y han de quedar perfectamente ubicados en un solo panel de aluminio. En cuanto al diámetro máximo del tensor debe de ser de 22 mm para que coincida con la dimensión del gancho de amarre.

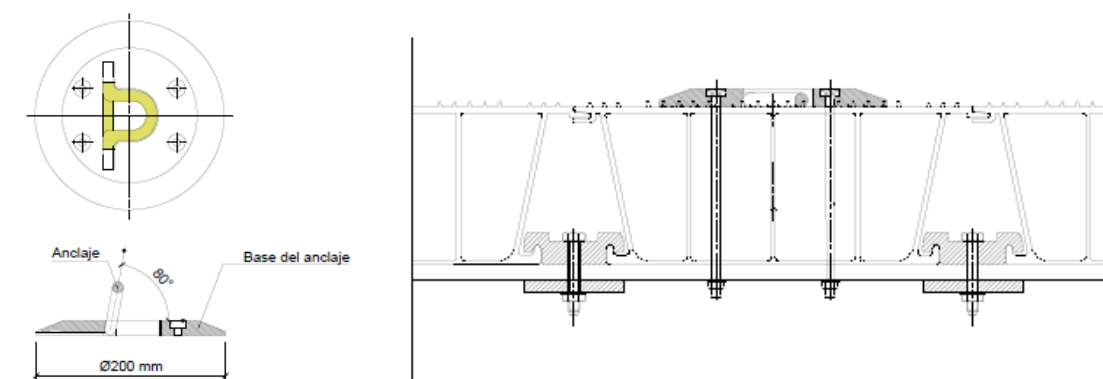


Figura 2 - Punto de amarre en panel de aluminio del tablero. Fuente: Propia.

3. Red de seguridad perimetral

Alrededor de todo el perímetro de toda la zona de aterrizaje del helipuerto se deben instalar redes de seguridad, a excepción de que existan superficies que lo impidan, como es el caso de las plataformas de acceso y de las plataformas de los monitores autosilantes. La malla se extenderá 1,50 metros en el plano horizontal desde el borde del helipuerto y no excederá los 2,00 metros, y con un ángulo de inclinación hacia arriba y hacia afuera de aproximación de 10°.

La misión principal de la red de seguridad perimetral es estar diseñada para contener a una persona cayendo y que la red no actúe como trampolín, produciendo un efecto de hamaca, asegurando que no se produzcan lesiones sobre el personal accidentado. Se recomienda para este fin que las mallas sean de alambre trenzado.

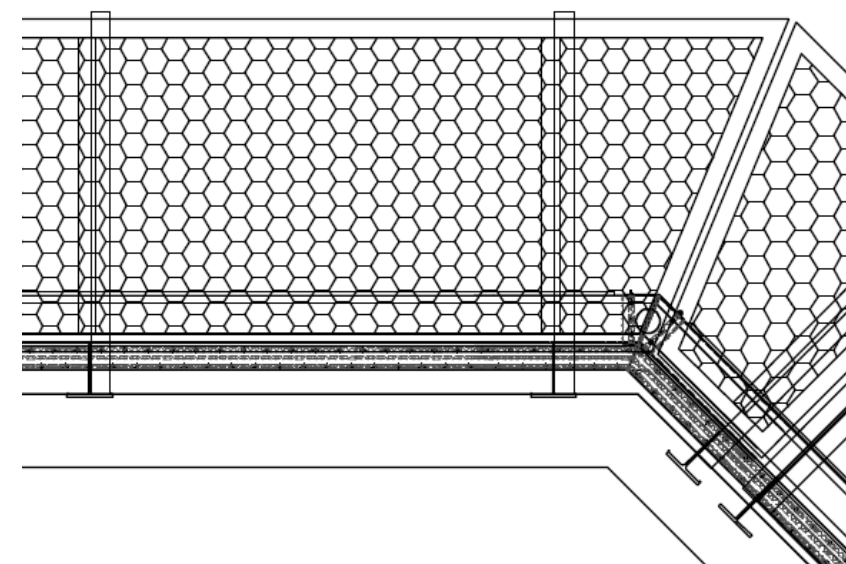


Figura 3 - Detalle esquina de red de seguridad perimetral. Fuente: Propia.

La red perimetral de seguridad consta de un perfil de aluminio UPN 200 sobre el que apoya un marco cilíndrico de 7 cm de diámetro donde va instalada la malla trenzada de aluminio. Estos perfiles se disponen a lo largo de todo el perímetro a una distancia de 1,90 metros y se unen al helipuerto mediante una placa realizada de los mismos perfiles IPE 450 de aluminio del helipuerto. En la figura 4 se puede observar el detalle de la unión del perfil UPN a la placa de unión y como la placa se une con 4 tornillos de diámetro 14 mm al alma del perfil IPE 450 que sirve de soporte para el tablero. Cabe destacar, que a modo de refuerzo en la parte trasera de este mismo perfil IPE 450 se dispone otra placa del mismo tipo con el fin de rigidizar el alma del perfil en caso de caída de una persona.

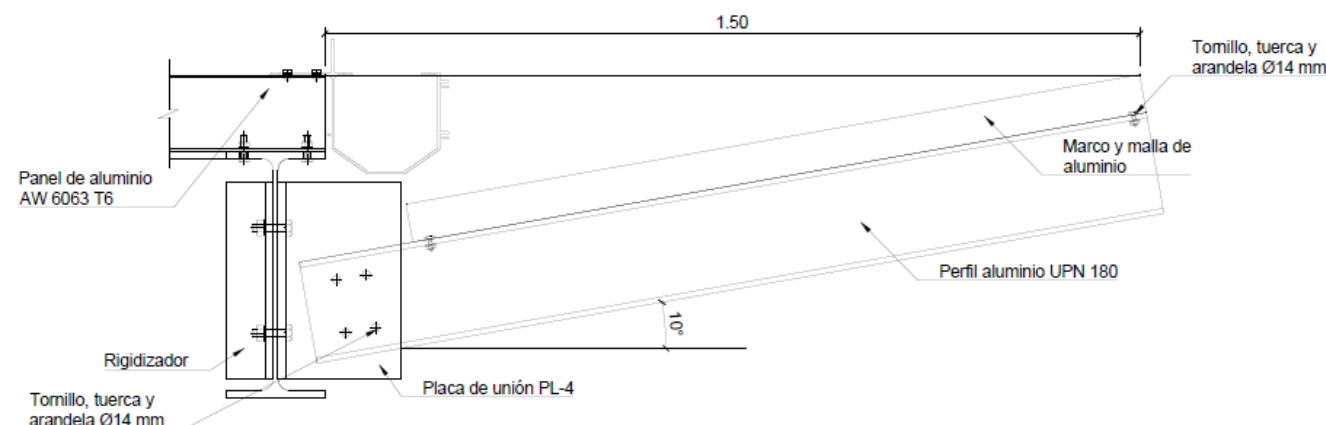


Figura 4 - Detalle de unión de la red de seguridad perimetral al helipuerto. Fuente: Propia.

Para finalizar con las características de la red perimetral, es lógico pensar que toda la red perimetral se divide en diferentes partes para poder realizar su transporte y un montaje sencillo. Debido a las limitaciones del transporte el tamaño máximo sería de 12 metros, pero por facilidad constructiva se ha dividido la red en cinco paneles de 9,53 metros que corresponden a los lados que no disponen de obstáculos. En cuanto a los laterales donde se encuentran las plataformas de acceso se han subdividido en diferentes partes para facilitar el montaje. En el caso del lateral donde se encuentra la salida de emergencia con escalera vertical se ha incluido la puerta de acceso en el propio marco de la red perimetral.

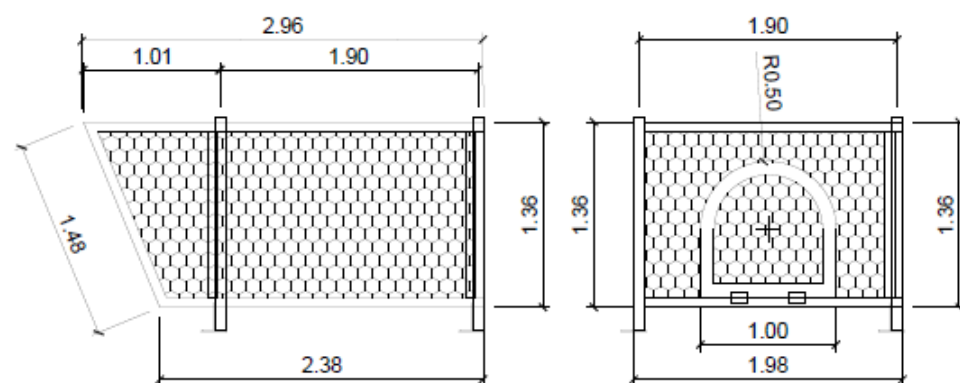


Figura 5 - Subdivisión de los paneles de la red para fácil montaje. Fuente: Propia.

NOTA: Los cálculos relativos a la unión de la estructura de la red perimetral al helipuerto se puede encontrar perfectamente definido en el Anejo Nº2 – Análisis y cálculos estructurales. Parte 2 – Análisis y dimensionamiento de la estructura.

4. Sistema de iluminación y ayudas visuales

En este apartado se pretende describir el sistema de iluminación del helipuerto, así como las características de las diferentes fuentes de iluminación y lo que significan. El sistema de iluminación del helipuerto debe permitir que un piloto aterrice con facilidad de manera exitosa en el helipuerto, ubicando al piloto en una posición por encima del helipuerto primeramente y guiándolo por medio de ayudas visuales a la posición final de aterrizaje de manera segura. Todas las luces deberán mantenerse encendidas durante la noche para que pueda observarse el contorno del helipuerto y en caso de un fallo de comunicación sea posible aterrizar.

Las diferentes luces que forman el sistema de iluminación son las que se muestran a continuación y se pueden observar en el siguiente esquema:

- Luces perimetrales de color verde.
- Luces de estado de color rojo.
- Luces TD/PM para la "H" y círculo central.
- Manga de viento iluminada.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

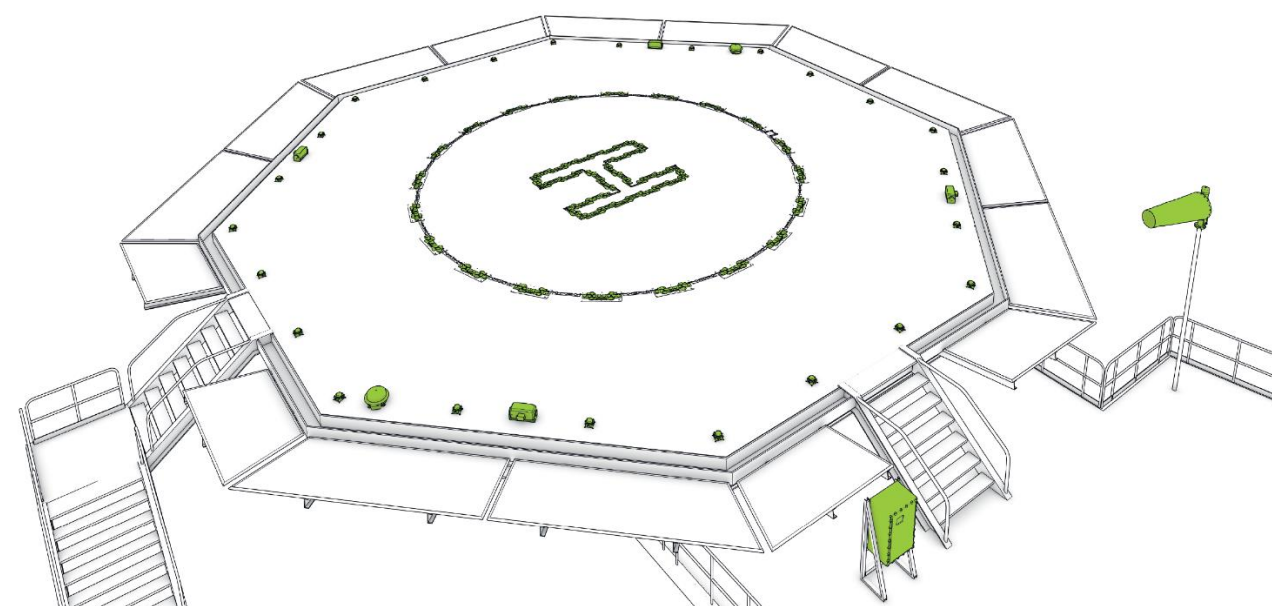


Figura 6 - Esquema de sistema de iluminación de un helipuerto. Fuente: ORGA lighting.

4.1. Luces perimetrales

Todo el perímetro del área de aterrizaje, denominada FATO/TLOF se debe limitar con luces perimetrales de color verde omnidireccionales visibles desde cualquier punto de la plataforma y desde el aire. Estas luces van instaladas sobre la canalización de drenaje ancladas en una placa de anclaje, y están sujetas a las restricciones de altura en la zona libre de obstáculos, siendo en este caso de 25 centímetros.

En cuanto al espaciamiento entre luces contiguas no debe ser superior a los 3 metros, por lo que se han dispuesto cada 2,30 metros, distancia óptima para salvaguardar las zonas de acceso y las plataformas de los monitores.

En lo relativo a la intensidad de las luces, ninguna luz perimetral debe tener una intensidad superior a 60 cd en cualquier ángulo de visión y la luminancia ha de ser igual o mayor que la de las luces TD/PM. Para que el sistema de iluminación perimetral se encuentre en condiciones de uso al menos el 90% de las luces deberá funcionar, y que las luces que no funcionen no se encuentren adyacentes.

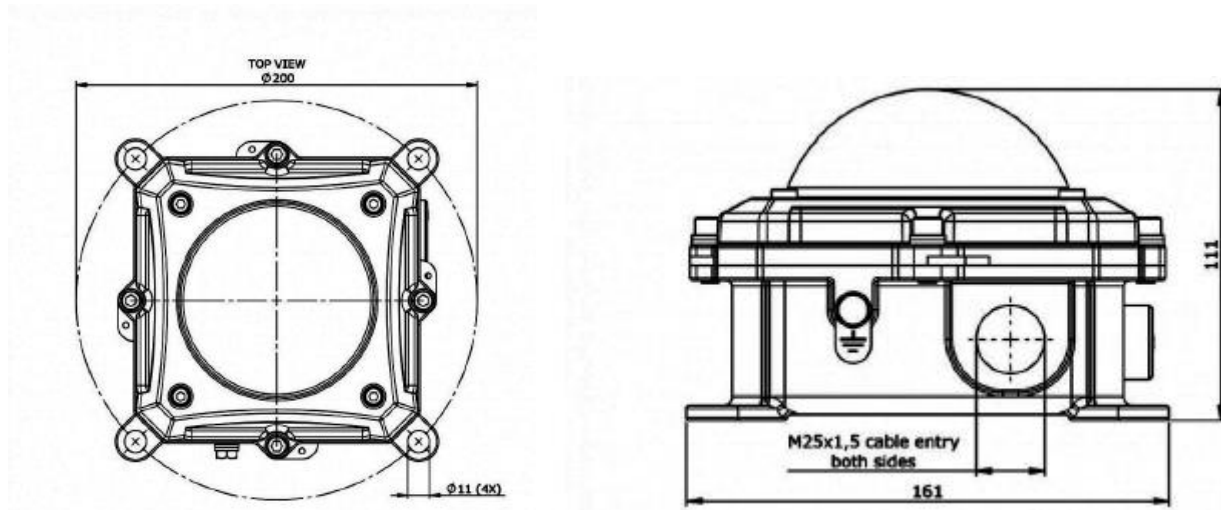


Figura 7 - Planta y alzado de las luces perimetrales. Fuente: ORGA lighting.

4.2. Luces TD/PM

Para facilitar las labores de aproximación y aterrizaje en la noche, es importante una adecuada iluminación. Esta iluminación se ha conseguido hasta hoy en día por medio de proyectores, los cuales a pesar de cumplir su función tenían la problemática de reducir la visibilidad de las luces perimetrales durante la maniobra al causar deslumbramiento y cierta pérdida de visión. A esta adversidad hay que sumarle que algunos sistemas de proyectores no proporcionan una iluminación adecuada en el centro de la zona de aterrizaje, lo que comúnmente se conoce como efecto “agujero negro”.

Hoy en día se ha desarrollado un esquema de iluminación instalado en el círculo TD/PM y en la “H” superpuesto sobre las marcas de pintura de color amarillo. Deberá incluir al menos 16 segmentos de iluminación de 40 mm de ancho mínimo. Los segmentos de iluminación deben tener una longitud que cubra entre el 50% y el 75% colocadas equidistantemente con espacios no superiores a 50 cm. La carcasa mecánica debe de ser del mismo color amarillo que el círculo central.



Figura 8 - Iluminación TD/PM círculo central y “H”. Fuente: ORGA lighting.

La altura de este sistema de iluminación no excederá los 25 milímetros, no teniendo ningún borde exterior vertical superior a 6 milímetros sin biselar en un ángulo que no supere los 300° desde la horizontal. Tal y como se

explicará en el apartado de las marcas de pintura, este sistema de iluminación debe cumplir el coeficiente límite de fricción de 0,65.

La intensidad de la luz para cada segmento se define a continuación de la información que proporciona el anexo D de la CAP 437, para diferentes ángulos de inclinación:

- Elevación 0°-10°: 60 cd.
- Elevación 10° - 20°: 45 cd.
- Elevación 20° - 90°: 15 cd.

Por otra parte, la iluminación del círculo debe ser perfectamente simétrica y la luminancia de los segmentos será mayor o igual que la de los segmentos de la “H”. Para que el sistema TD/PM del círculo central no se considerara que funcione si menos del 50% de los segmentos no están iluminados; parcialmente operativo si menos del 100%, pero 50% o mas de sus segmentos funcionan y completamente operativo si funcionan el 100% de los segmentos.

En el caso de la iluminación de la “H” se consideran las mismas características que para el círculo central.



Figura 9 - Iluminación sistema TD/PM. Fuente: ORGA lighting.

4.3. Luces de estado

En caso de que existan situaciones que pongan el riesgo de aterrizaje del helicóptero, debe existir un sistema de iluminación que advierta de tal situación. El sistema de luces ha de ser una luz de color roja intermitente, visible para el piloto desde cualquier dirección de aproximación y en cualquier rumbo de aterrizaje. El significado aeronáutico de esta luz roja es el de no aterrizar o alejarse de la zona de aterrizaje.



Figura 10 - Luces de estado. Fuente: ORGA lighting.

Las luces de estado deben cumplir las siguientes especificaciones a la hora de instalarse:

- La intensidad efectiva debe ser de un mínimo de 700 cd entre 2º y 10º sobre la horizontal y de al menos 176 cd en todos los demás ángulos.
- El sistema de luz visto por el piloto debe parpadear a una velocidad de 120 destellos por minuto, sincronizándose en el caso de existir mas de una luz.
- El sistema de iluminación se debe integrar con los sistemas de seguridad del helipuerto, activándose automáticamente en caso de emergencia.
- La altura de las luces no deberá exceder los 25 cm por encima del tablero.

4.4. Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI)

El diseño de la instalación de suministro de energía de emergencia del buque debe incluir todo el sistema de iluminación del helipuerto. Se incluirá de todos modos un SAI en la zona aledaña al helipuerto el cual sea capaz de mantener la iluminación.

4.5. Manga de viento iluminada

En una de las plataformas de acceso se instalara una manga de viento con iluminación interior de color rojo, sobre un mástil de 3 metros con el fin de informar sobre la dirección y la intensidad del viento de manera visual, para facilitar las labores de aterrizaje y despegue.



Figura 11 - Manga de viento iluminada. Fuente: ORGA lighting.

5. Sistema de canalización

La zona de aterrizaje debe tener instalado un sistema de drenaje de la superficie que dirija de manera rápida y eficaz cualquier derrame de agua de lluvia y/o combustible y/o medios de extinción como espumógenos a un lugar seguro. Este sistema de drenaje será lo suficientemente rígido como para soportar las cargas del helicóptero en la plataforma y no curvarse. La canalización ha de tener un sistema de desagües que conduzca el líquido derramado a un lugar seguro y no lo vierta a la cubierta del buque. El cálculo de la cantidad de derrame que se debe contener debe basarse en un análisis del tipo de helicóptero, la capacidad de combustible, las cargas de combustible típicas y las elevaciones, el cual no es objeto de estudio en este trabajo.

El sistema de drenaje propuesto tal y como se puede observar en la imagen constan de canalizaciones con una sección capaz de contener los derramen a la que se le han provisto aperturas de 10 x 3cm cada 30 cm. Para la instalación de la canalización se ha dividido en tramos rectos de 8,34 metros y ocho esquinas donde van ubicados los desagües. De estos desagües nace una tubería de diámetro nominal 100 milímetros embridada de aluminio, la

cual se conecta por medio de una junta aislante a una tubería de acero inoxidable conectada a la instalación de desagüe no objeto de este estudio.

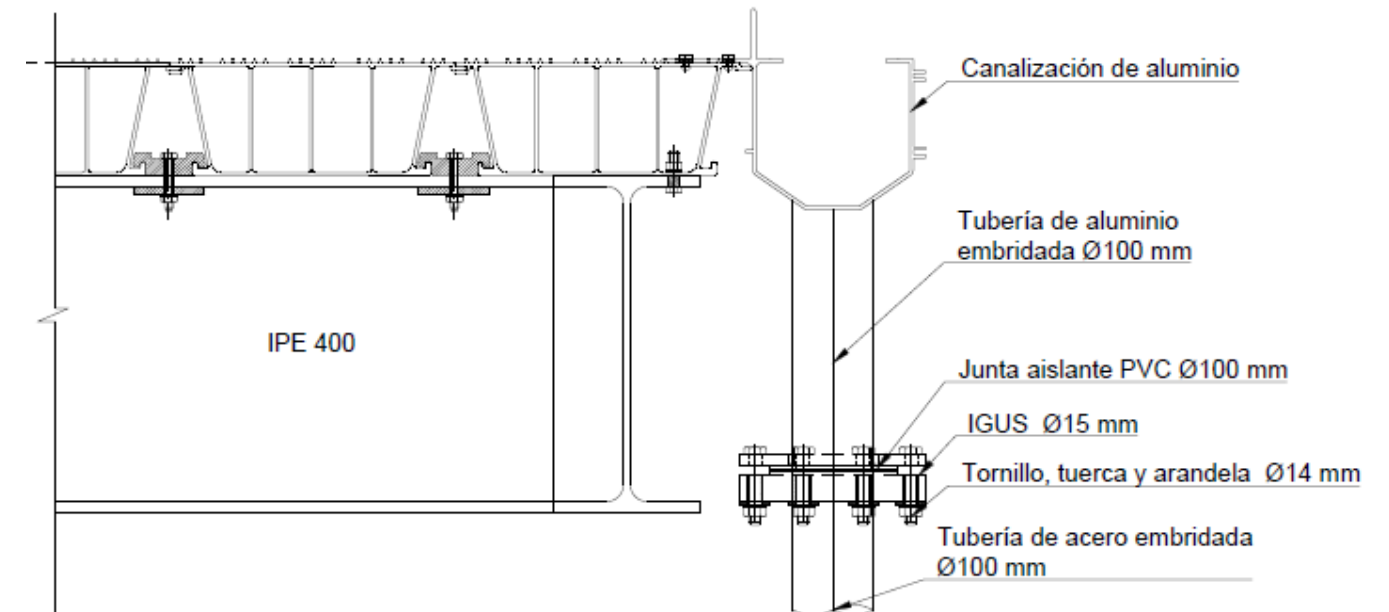


Figura 12 - Unión sistema de drenaje con el tablero. Fuente: Propia.

En la figura 12 se puede observar una sección de la canalización por una de las esquinas y como por medio de dos remaches se conecta al tablero a la zona exterior de la marca de pintura blanca que determina la zona FATO/TLOF.

6. Superficie del helipuerto

6.1. Marcas de pintura

El color de la superficie del helipuerto será verde oscuro en su totalidad y se marcará su perímetro con una marca blanca de 30 centímetros de anchura tal y como se observa en la siguiente imagen:

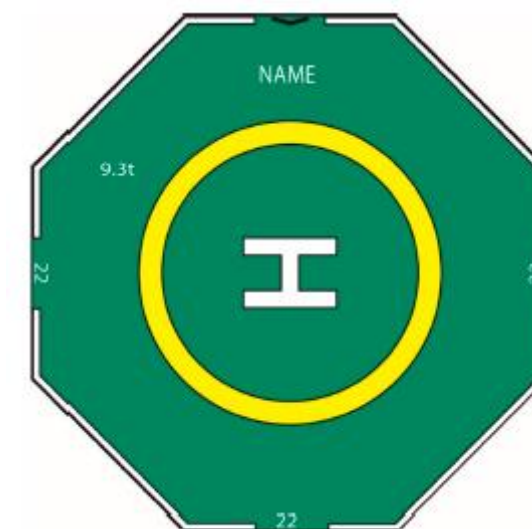


Figura 13 - Ejemplo de colores del area de aterrizaje. Fuente: CAP 437

El origen de la zona de 210° libre de obstáculos debe marcarse en el helipuerto con un galón negro con 79 centímetros de longitud cada extremo de largo y de 10 de ancho tal y como se observa en la siguiente figura.

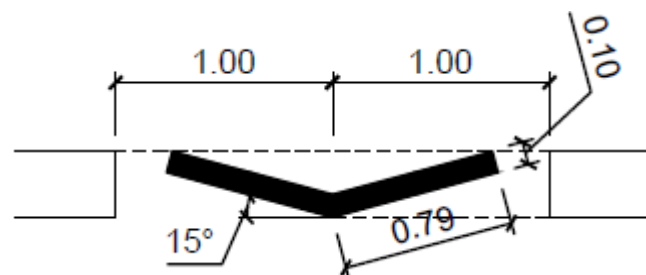


Figura 14 - Marca origen sector libre de obstáculos. Fuente: Propia.

El valor del diámetro del helipuerto debe pintarse en color blanco interrumpiendo la línea blanca del perímetro lados alternativos del helipuerto partiendo de la marca de zona libre de obstáculos con símbolos alfanuméricos de 90 centímetros de altura.

La marca de masa máxima de helicóptero de aterrizaje debe pintarse en una posición que sea legible desde la dirección principal de aproximación, es decir, hacia el origen de la zona libre de obstáculos. La marca en este caso consiste en 11 t, correspondiente a los 11000 kg del helicóptero de diseño. La altura de las figuras será de 90 centímetros con un ancho de línea de 12 cm y de color blanca.

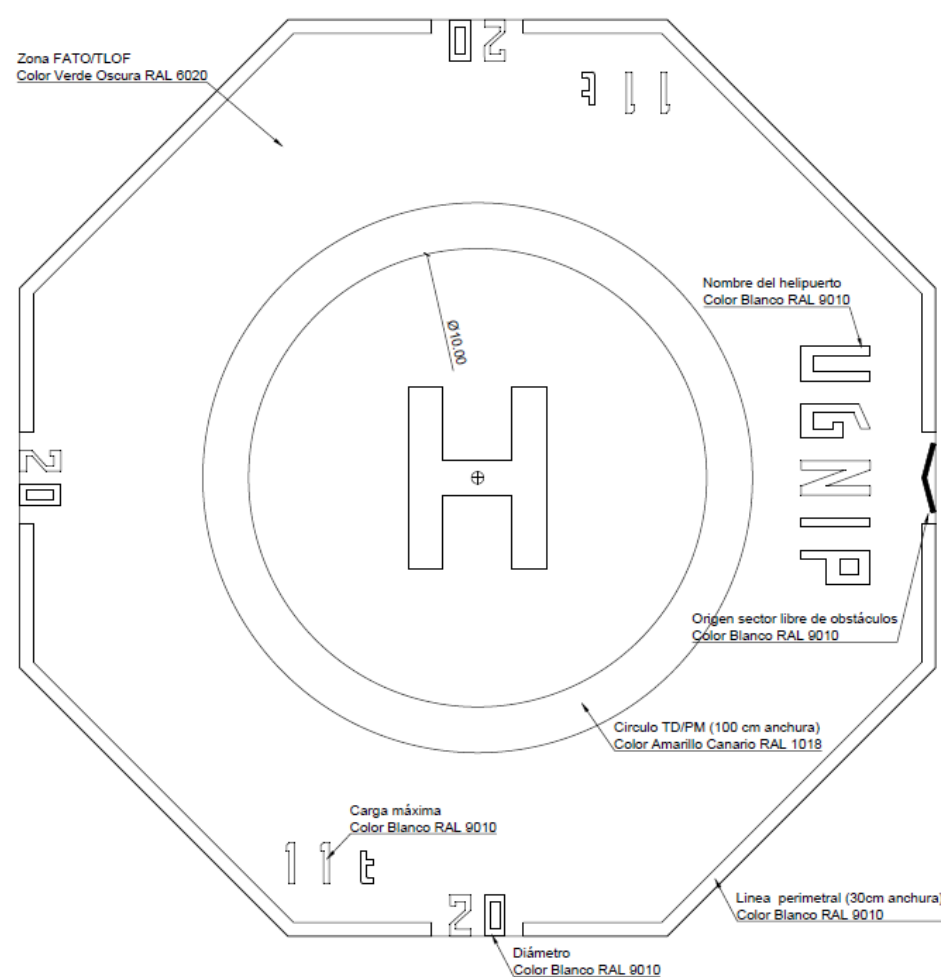


Figura 15 - Marcas de pintura del helipuerto objeto de estudio. Fuente: Propia.

La marca TD/PM correspondiente al círculo central se corresponderá con un círculo amarillo con un diámetro interno de 0,5D, es decir de 10 metros y con un ancho de 1 metros.

En cuanto la marca "H" de identificación del helipuerto debe pintarse de color blanco centrada dentro del círculo TD/PM y con la barra transversal de la "H" coincidente con la bisectriz de la zona libre de obstáculos. Sus dimensiones son las que se muestran en la figura:

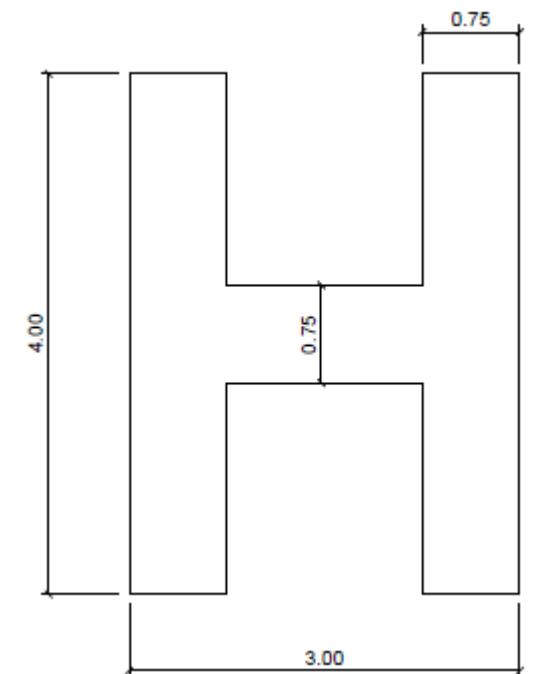


Figura 16 - Marca "H" del helipuerto. Fuente: Propia.

Para concluir con el marcado de pintura, todo helipuerto debe llevar pintado justo debajo de la marca de la zona libre de obstáculos el nombre del mismo donde mucha vez coincide con el de la embarcación o es simplemente un código en caso de existir varios helipuertos relacionados como ocurre en instalaciones petrolíferas. En este caso, al tratarse de un barco ideal el cual no dispone nombre, se propone una serie de letras para dotarlas de dimensiones y que se corresponda con un helipuerto completo como ocurriría en la realidad. Dado que la CAP 437 únicamente señala que la altura de las letras ha de ser de 1,50 metros, se han escalado las dimensiones de las letras que propone el anexo 14 de la OACI ya que sugiere unas dimensiones mínimas para ciertos números y letras para helipuertos en general.

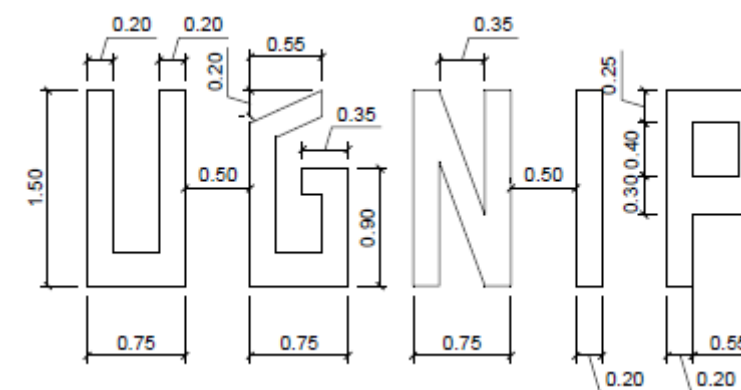


Figura 17 - Nombre del helipuerto. Fuente: Propia.

6.2. Fricción de la superficie

El área de aterrizaje debe presentar una superficie antideslizante tanto para las operaciones de despegue y aterrizaje, como para la circulación del personal por la pista. Se debe mantener libre de aceite, grasa, hielo, nieve o cualquier sustancia que pueda degradar la fricción de la superficie.

Los valores mínimos de fricción de la superficie que deben lograrse según la CAP 437 son los siguientes:

- Dentro del círculo TD/PM: 0,65
- Círculo TD/PM y "H": 0,65
- Fuera del círculo TD/PM: 0,5

Para cumplir con este grado de fricción entre las diferentes capas de pintura se deberá añadir corindón machacado en partículas muy finas. No obstante, en el diseño de los paneles de aluminio machihembrados se contempla este requisito dado que la superficie no es completamente plana, sino que cuenta con pequeñas estrías que confieren a la superficie cierto agarre.

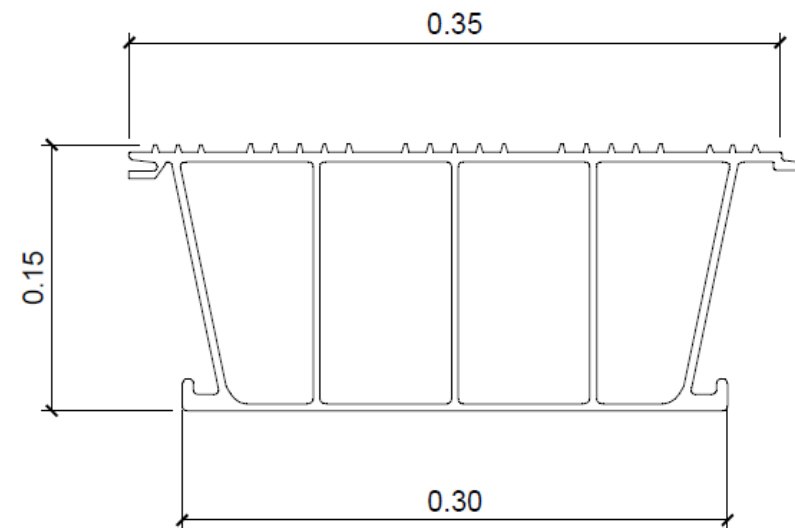


Figura 18 - Panel de aluminio machihembrado AW 6063 T6. Fuente: Propia.