

# AERODROMOS

Ayudas Visuales



# ANEXOS DE LA OACI

- **NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS ESTAN INCORPORADOS AL CONVENIO, Firmado en Chicago, el 7 de Diciembre 1944 COMO ANEXOS**
- **UNA VEZ PUBLICADO, EL ESTADO ES RESPONSABLE DE SU APLICACIÓN**
- **18 ANEXOS, RECONOCIDOS COMO NECESARIOS PARA LA:**
  - ➔ **SEGURIDAD**
  - ➔ **REGULARIDAD**
  - ➔ **EFICIENCIA**

**INTERNATIONAL STANDARDS  
AND RECOMMENDED PRACTICES  
AERODROMES**

**ANNEX 14**

**TO THE CONVENTION ON  
INTERNATIONAL CIVIL AVIATION  
Aerodromes**

**VOLUME I**

**Aerodrome Design and Operations**



# PUBLICACIONES

*(relacionadas con las especificaciones de este Anexo)*

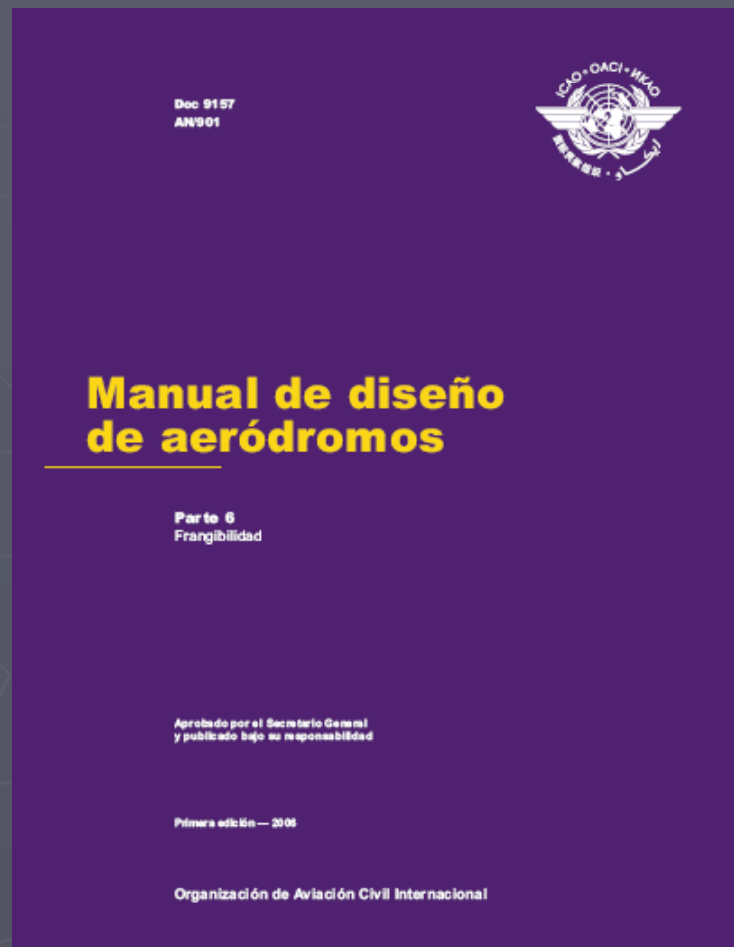
## DOC 9157 PARTE 4 AYUDAS VISUALES



# PUBLICACIONES

*(relacionadas con las especificaciones de este Anexo)*

## DOC 9157 PARTE 6 Frangibilidad



# método recomendado

- ▶ Un método recomendado es una especificación relativa a características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento cuya aplicación uniforme **se considera conveniente para la seguridad operacional, regularidad o eficiencia de la navegación aérea internacional**, con las que los Estados contratantes tratarán de cumplir, de conformidad con el Convenio. Se invita a los Estados a informar al Consejo acerca de los incumplimientos

# NORMA

Una norma es una especificación relativa a características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimientos, cuya aplicación uniforme se reconoce como necesaria para la seguridad operacional o la regularidad de la navegación aérea internacional y que los Estados contratantes deberán cumplir de conformidad con el Convenio; en caso de que sea imposible el cumplimiento, es obligatorio notificar al Consejo con arreglo al Artículo 38 del Convenio.

# DISEÑO Y OPERACIÓN DE AERODROMOS

- ▶ CAPITULO I GENERALIDADES
- ▶ CAPITULO II DATOS SOBRE LOS AERODROMOS
- ▶ CAPITULO III CARACTERISTICAS FISICAS
- ▶ CAPITULO IV RESTRICCIÓN Y ELIMINACION DE OBSTACULOS
- ▶ **CAPITULO V AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN - 5.3 Luces**
- ▶ CAPITULO VI AYUDAS VISUALES INDICADORAS DE OBSTACULOS
- ▶ CAPITULO VII AYUDAS VISUALES EN ZONAS DE USO RESTRINGIDO
- ▶ CAPITULO VIII SISTEMAS ELECTRICOS
- ▶ CAPITULO IX SERVICIOS, EQUIPO E INSTALACIONES DE AERÓDROMO
- ▶ CAPITULO X MANTENIMIENTO DE AERÓDROMOS

# ÁREA DE MOVIMIENTO

Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

ZONA DE ESTACIONAMIENTO





**Anexo 14 – Cap. 5 - 5.3 LUCES**

# ANEXO 14 CAP. 5

- ▶ 5.3.1 Generalidades
- ▶ *Luces que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves*
- ▶ 5.3.1.1 Una luz no aeronáutica de superficie situada cerca de un aeródromo y que pudiera poner en peligro la seguridad de las aeronaves, se extinguirá, se apantallará o se modificará de forma que se suprima la causa de ese peligro.
- ▶ Emisiones láser que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves
  - ▶ — *zona de vuelo sin rayos láser (LFFZ)*
  - ▶ — *zona de vuelo crítica de rayos láser (LCFZ)*
  - ▶ — *zona de vuelo sensible de rayos láser (LSFZ).*

## *Luces que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves*

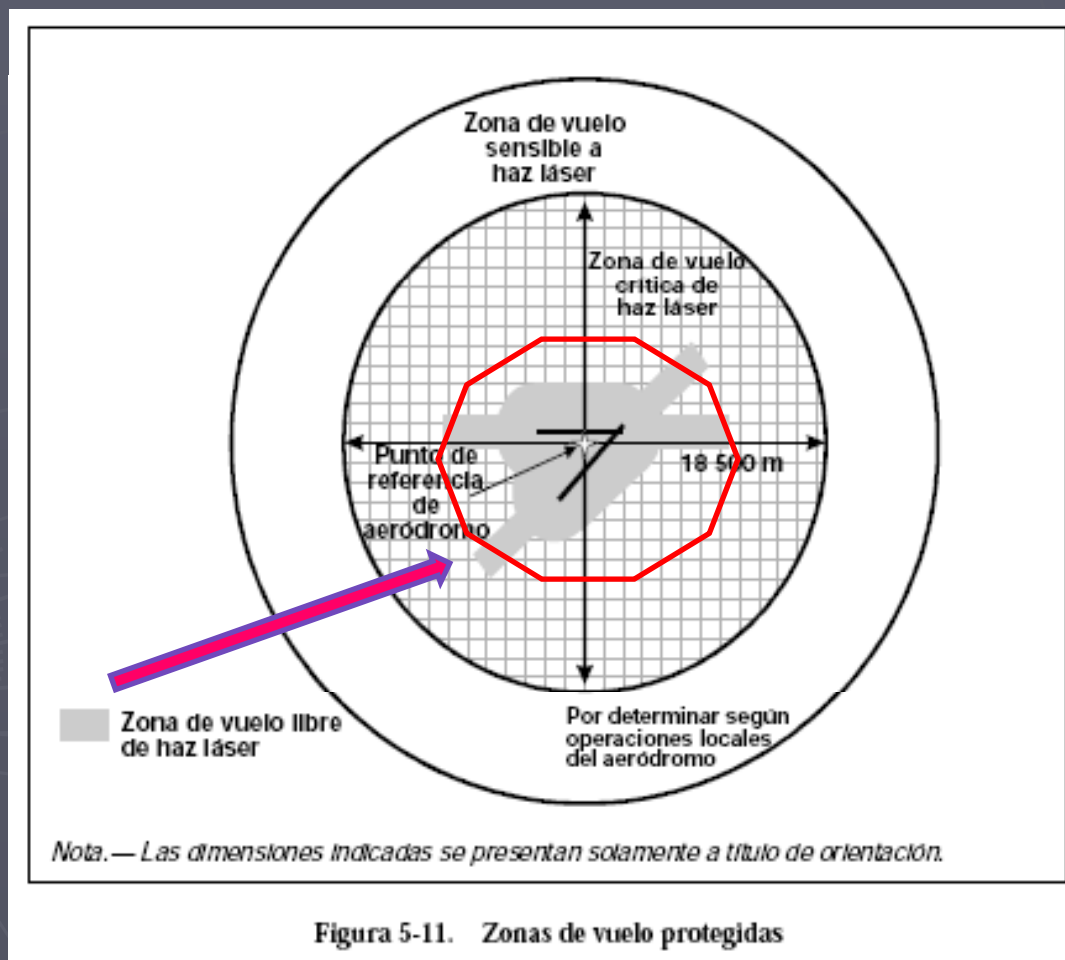


Figura 5-11. Zonas de vuelo protegidas

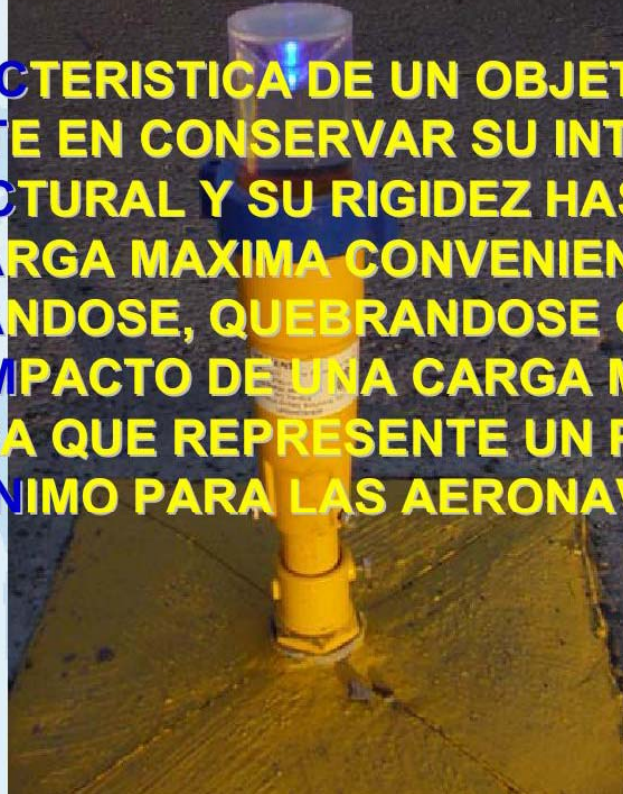
## *Dispositivos luminosos y estructuras de soporte*

- ▶ *Nota.— En 9.9 se ofrece información con respecto al emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones, y en el **Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 6, se da orientación sobre la frangibilidad de los dispositivos luminosos y las estructuras de soporte.***

# FRANGIBILIDAD

## FRANGIBILIDAD

**CARACTERISTICA DE UN OBJETO QUE CONSISTE EN CONSERVAR SU INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y SU RIGIDEZ HASTA UNA CARGA MAXIMA CONVENIENTE, DEFORMANDOSE, QUEBRANDOSE O CEDINDO CON EL IMPACTO DE UNA CARGA MAYOR, DE MANERA QUE REPRESENTA UN PELIGRO MINIMO PARA LAS AERONAVES**



# DOC. 9157 PARTE 4 Capítulo 15

## Frangibilidad de las ayudas visuales

### 15.1 ¿QUÉ ES FRANGIBILIDAD?

15.1.1 Se define un objeto frangible como uno de poca masa diseñado para quebrarse, deformarse o ceder al impacto de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves.

15.1.2 En los aeropuertos, varias ayudas visuales y no visuales para la navegación están situadas cerca de las pistas, calles de rodaje y plataformas, lugares en los que presentan un peligro para las aeronaves en el caso de impacto accidental durante el aterrizaje, el despegue o maniobras en tierra. Todo este equipo y su soporte serán frangibles y montados lo más bajo posible para asegurar que un impacto no lleve a la pérdida de control de la aeronave. Se logra esta frangibilidad utilizando materiales ligeros y mecanismos de rotura o falla que permitirán que el objeto se quiebre, se deforme o ceda al impacto.

### 15.2 OBSTÁCULOS QUE HAN DE SER FRANGIBLES

15.2.1 Todos los objetos fijos, o partes de los mismos, que estén situados en una zona destinada a movimientos en superficie de aeronaves o que se prolonguen por encima de una superficie destinada a proteger a una aeronave en vuelo son por definición obstáculos. El primer objetivo debería ser el de colocar los objetos de forma que no constituyan obstáculos. No obstante, algún equipo de aeropuerto e instalaciones, por razón de su función deben inevitablemente estar situados de forma que constituyan obstáculos. Todo este equipo e instalaciones así como sus soportes serán de masa mínima y frangibles para asegurar que el impacto no llevará a la pérdida de control de la aeronave.

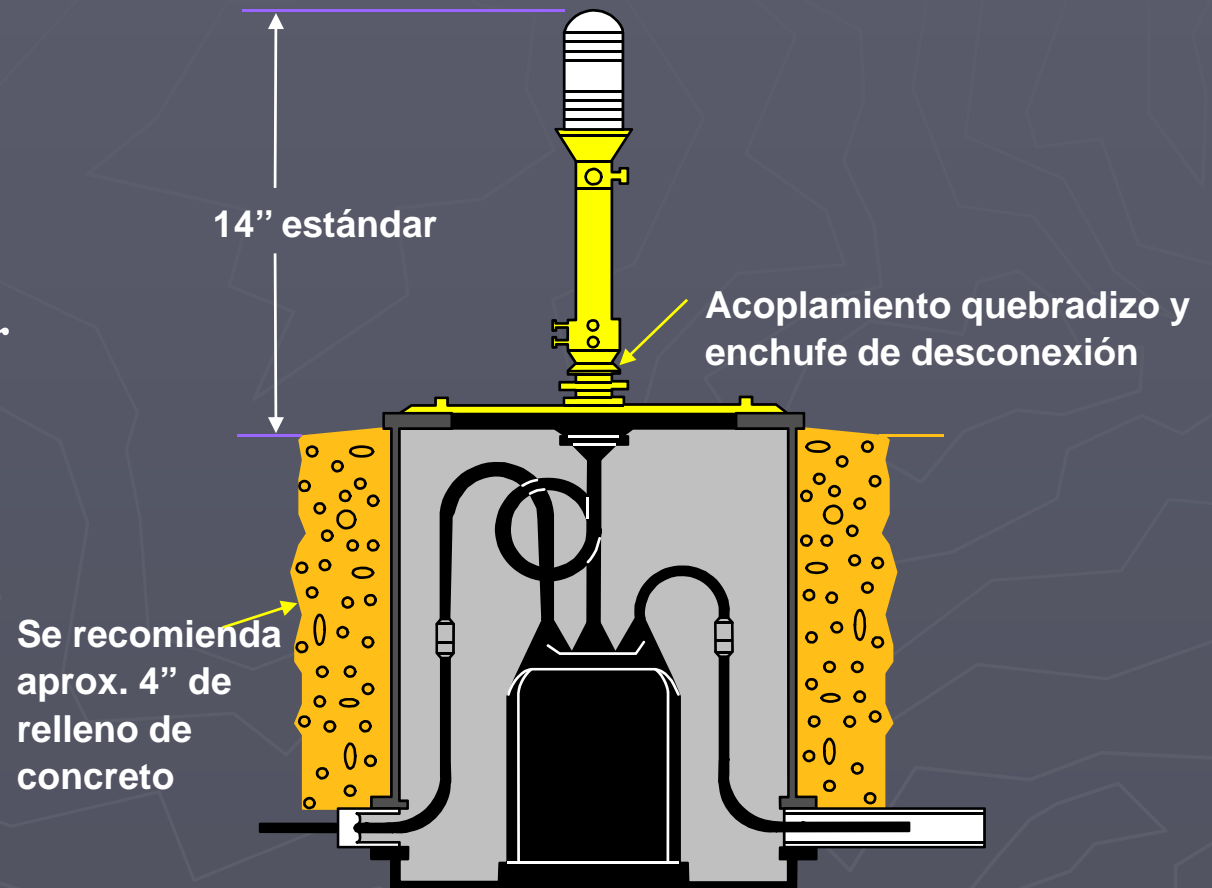
# DOC. 9157 PARTE 6 Capítulo 4 DISEÑO FRANGIBLE

## ▶ 4.1 FILOSOFÍA DEL DISEÑO

- ▶ 4.1.1 El equipo (y sus soportes) ubicados cerca de pistas y calles de rodaje deberían estar diseñados de modo que sean frangibles a fin de limitar el peligro de las aeronaves que choquen accidentalmente con ellos desde cualquier dirección, en vuelo o durante las maniobras en tierra. El impacto puede afectar la seguridad de vuelo de tres maneras:
  - ▶ a) la aeronave puede perder impulso;
  - ▶ b) la aeronave puede cambiar de dirección; y
  - ▶ c) la aeronave puede sufrir daños estructurales.

# BALIZA

*Objeto expuesto sobre el nivel del terreno para indicar un obstáculo o trazar un limite.*



## 9.9 Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones

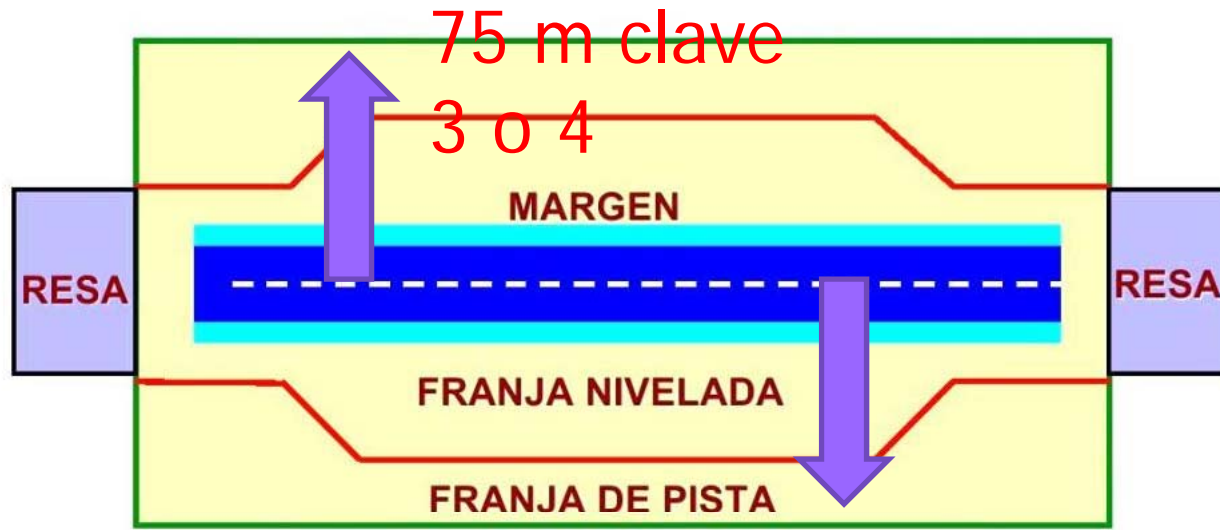
- ▶ 9.9.2 Todo equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea

que deba estar emplazado:

- ▶ a) en la parte de la franja de pista a:
  - 1) 75 m o menos del eje de pista donde el número de clave es 3 ó 4; o
  - 2) 45 m o menos del eje de pista donde el número de clave es 1 ó 2; o
- ▶ b) en el área de seguridad de extremo de pista, la franja de calle de rodaje o dentro de las distancias indicadas en la Tabla 3-1; o
- ▶ c) en una zona libre de obstáculos y que constituya un peligro para las aeronaves en vuelo;

será frangible y se montará lo más bajo posible.

# PISTA



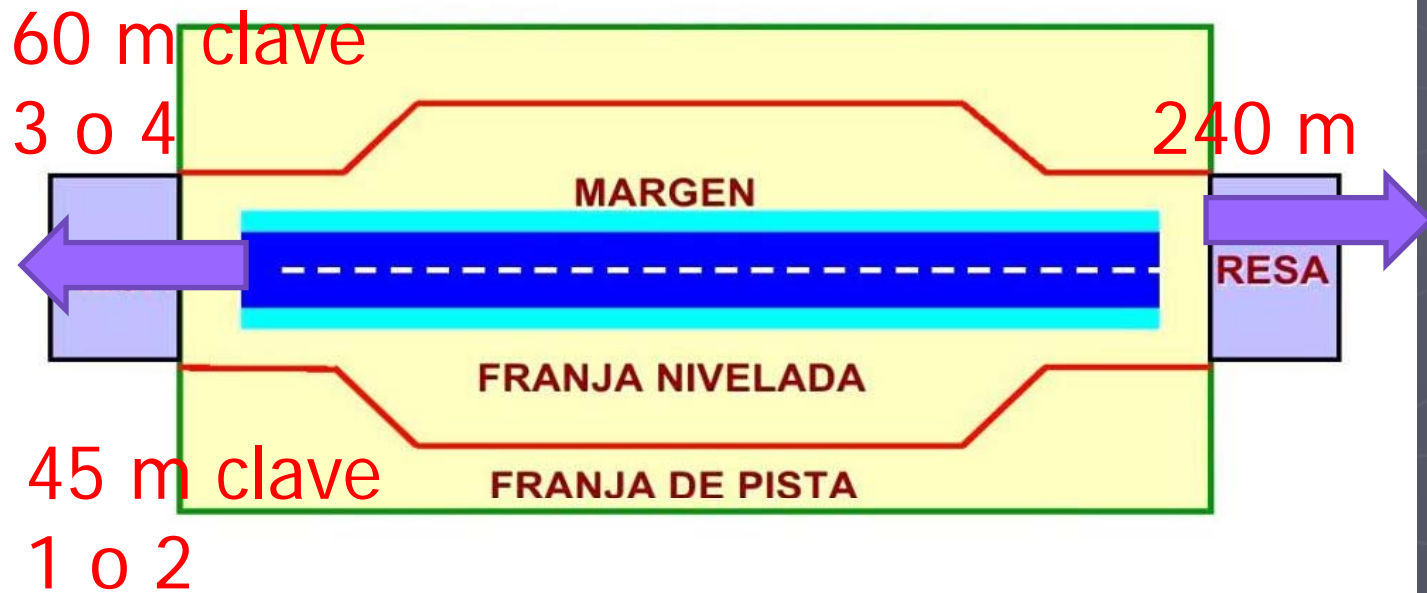
# PISTA

45 m clave  
1 o 2

## 9.9 Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones

- ▶ 9.9.5 Con excepción de los que por sus funciones requieran estar situados en ese lugar para fines de navegación aérea, **no deberán emplazarse equipos o instalaciones a 240 m o menos** del extremo de la franja ni a:
  - ▶ a) **60 m o menos de la prolongación del eje** cuando el número de clave sea 3 ó 4; o
  - ▶ b) **45 m o menos de la prolongación del eje** cuando el número de clave sea 1 ó 2; de una pista de aproximaciones de precisión de Categoría I, II o III.

# PISTA



# PISTA

## 9.9 Emplazamiento de equipo e instalaciones en las zonas de operaciones

- ▶ 9.9.6 Cualquier equipo o instalación requerido para fines de navegación aérea que deba estar emplazado en una franja, o cerca de ella, de una **pista de aproximaciones de precisión de Categoría I, II o III** y que:
  - ▶ a) esté colocado en un punto de la franja a 77,5 m o menos del eje de pista cuando el número de clave sea 4 y la letra de clave sea F; o
  - ▶ b) esté colocado a 240 m o menos del extremo de la franja y a:
    - 1) 60 m o menos de la prolongación del eje cuando el número de clave sea 3 ó 4; o
    - 2) 45 m o menos de la prolongación del eje cuando el número de clave sea 1 ó 2; o
  - ▶ c) penetre la superficie de aproximación interna, la superficie de transición interna o la superficie de aterrizaje Interrumpido;

será frangible y se montará lo más bajo posible.



FRANJA  
NO FRANJIBLE



FRANJIBLE  
FRANJA NIVELADA - MARGEN -  
RESA - SWY - CWY  
SUPERFICIES OFZ



# Luces de aproximación elevadas

- ▶ *Luces de aproximación elevadas*
- ▶ 5.3.1.4 Las luces de aproximación elevadas y sus estructuras de soporte serán frangibles salvo que, en la parte del sistema de iluminación de aproximación más allá de 300 m del umbral:
  - ▶ a) cuando la altura de la estructura de soporte es de más de 12 m, el requisito de frangibilidad se aplicará a los 12 m superiores únicamente; y
  - ▶ b) cuando la estructura de soporte está rodeada de objetos no frangibles, únicamente la parte de la estructura que se extiende sobre los objetos circundantes será frangible.

## DOC. 9157 PARTE 4 Capítulo 15

### Frangibilidad de las ayudas visuales

15.3.7 Se diseñarán las luces de aproximación elevadas y sus estructuras de soporte para resistir las cargas estáticas y operacionales/de supervivencia del viento con un factor conveniente de seguridad pero que se quiebren, deformen o cedan fácilmente cuando estén sometidas a fuerzas de impacto repentinas de una aeronave en vuelo de 3 000 kg y una velocidad de 140 km/h (75 kt). La estructura no se enrollará en la aeronave sino que se arrugará o desplomará al impacto.

# Mástiles frangibles

Mástiles frangibles de aluminio tipo SMA 4 ADB



Mástiles frangibles Tipo Lattice EXEL FINLANDIA

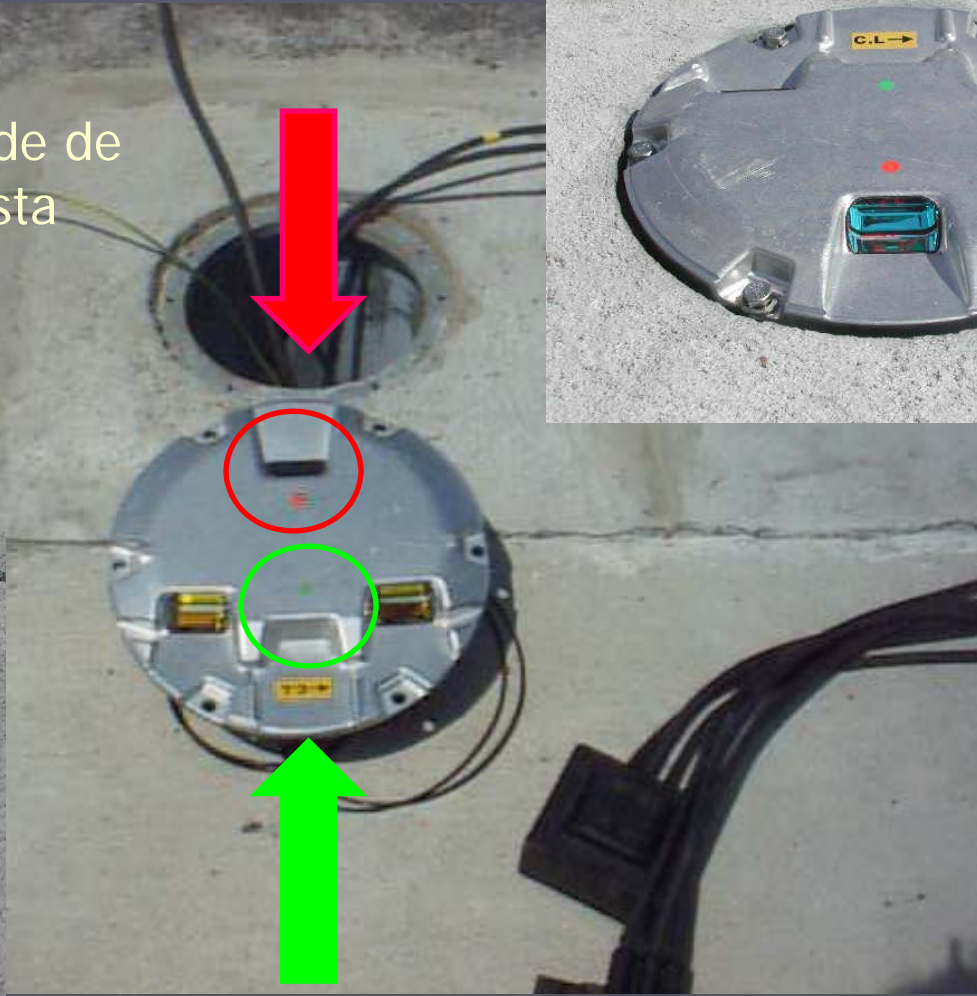


## Luces empotradas

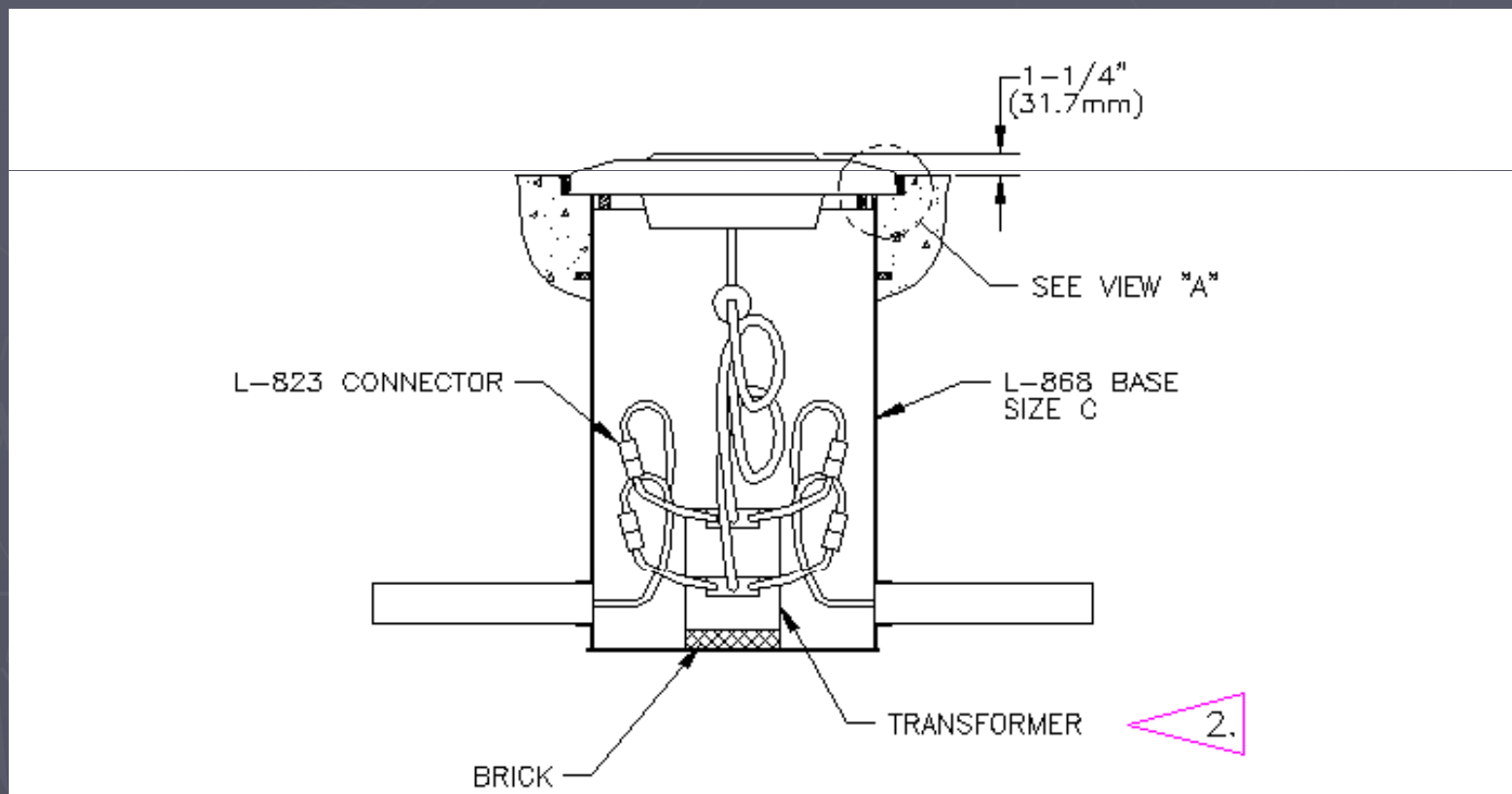
- ▶ 5.3.1.8 Los dispositivos de las luces empotradas en la superficie de las pistas, zonas de parada, calles de rodaje y plataformas estarán diseñados y dispuestos de manera que soporten el paso de las ruedas de una aeronave sin que se produzcan daños a la aeronave ni a las luces.

# Luces empotradas

Luz fija rojo -- verde de  
umbral/fin de pista



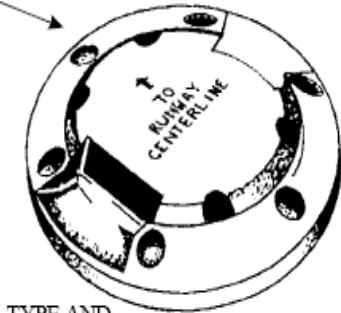
# Instalación de las luminarias empotradas en pavimento en base metálica con el transformador del circuito serie de luces de borde de pista



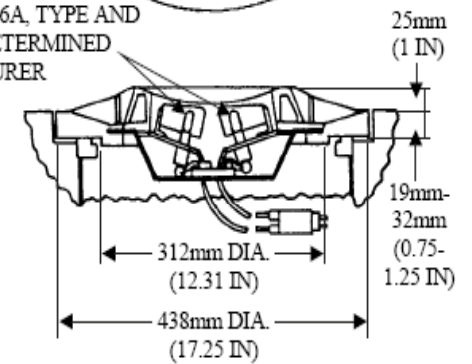
# Luminarias Empotradas

LIGHT: IN-PAVEMENT, BI-DIRECTIONAL,  
FAA AC 150/5345-46, TYPE L-850D.

FILTERS: AS REQUIRED. TYPE AS DETERMINED  
BY THE MANUFACTURER. DICHROIC FILTERS  
MAY BE USED.



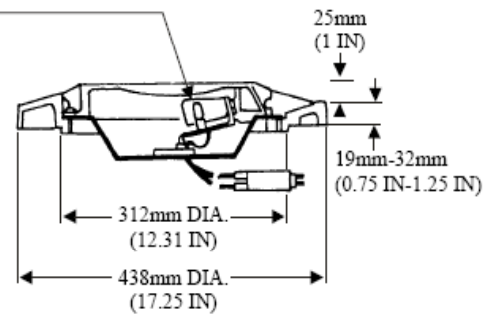
LAMPS: TWO, 6.6A, TYPE AND  
WATTAGE AS DETERMINED  
BY MANUFACTURER



IN-PAVEMENT UNI-DIRECTIONAL  
FAA AC 150/5345-46 TYPE L-850E



LAMP: ONE OR TWO LAMPS,  
TYPE AS DETERMINED BY MANUFACTURER



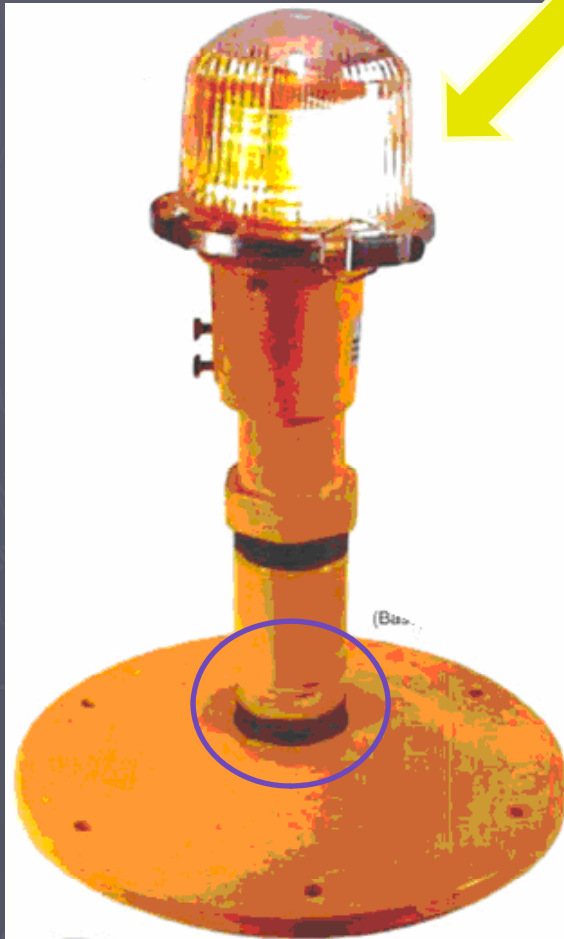
DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE ONLY



## Luces elevadas

- ▶ 5.3.1.7 Las **luces elevadas de pista, de zona de parada y de calle de rodaje serán frangibles**. Su altura será lo suficientemente baja para respetar la distancia de guarda de las hélices y barquillas de los motores de las aeronaves de reacción.

Luces Elevadas  
de Pista tramo inicial  
y final con filtro ambar



Luces Elevadas  
de barra de ala de Pista c on  
filtro rojo o verde

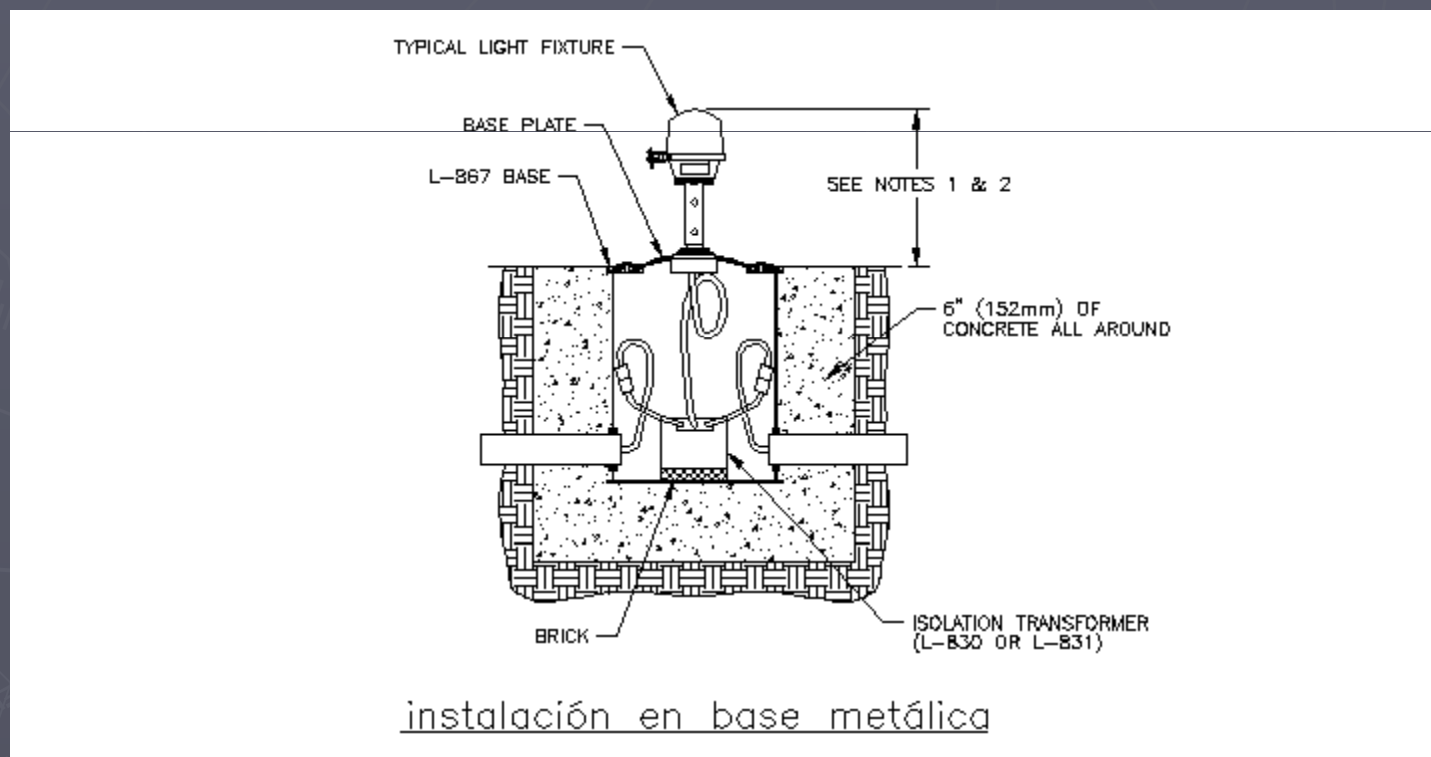
Luces Elevadas  
de Rodaje azul



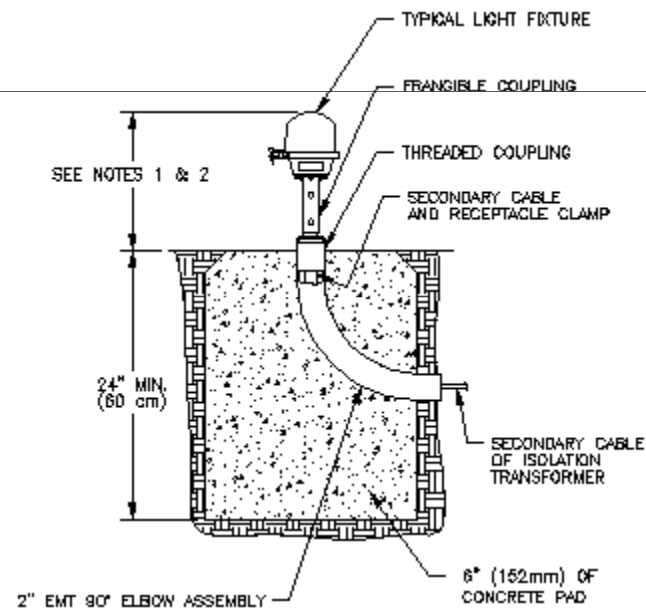
Acoplamiento frangibles



# Instalación de las luminarias en base metálica con el transformador del circuito serie de luces de borde de pista



# Instalación de la luminaria en tubo acodado circuito de luces de borde de pista



montaje en tubo acodado

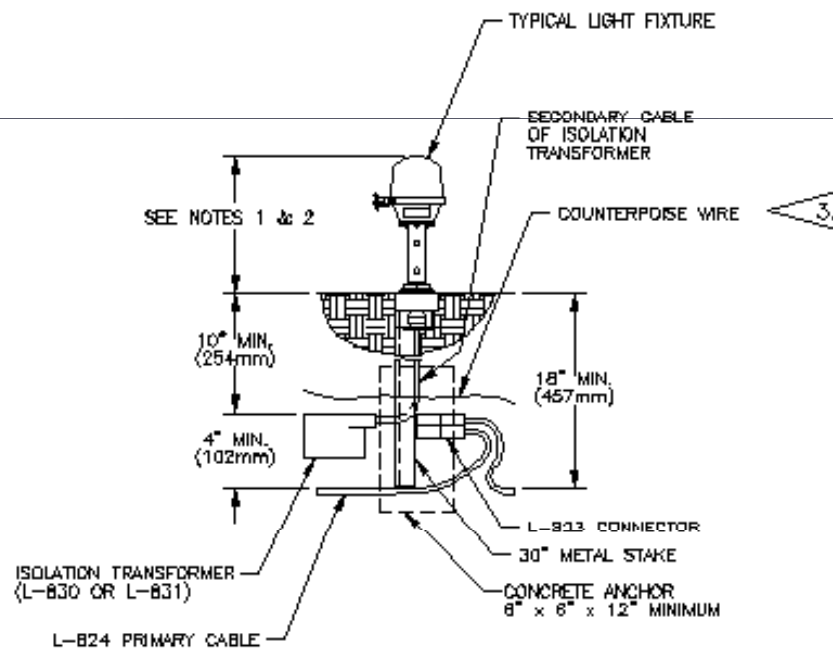
**Nivelación de la luminaria elevada de borde pista - paralelo al eje de pista (aprox. Visual)**



**Nivelación de la luminaria elevada de Borde de pista - 90° del eje (aprox. Visual)**



# Instalación de las luminarias en estaca metálica con el transformador del circuito serie de luces de borde de pista



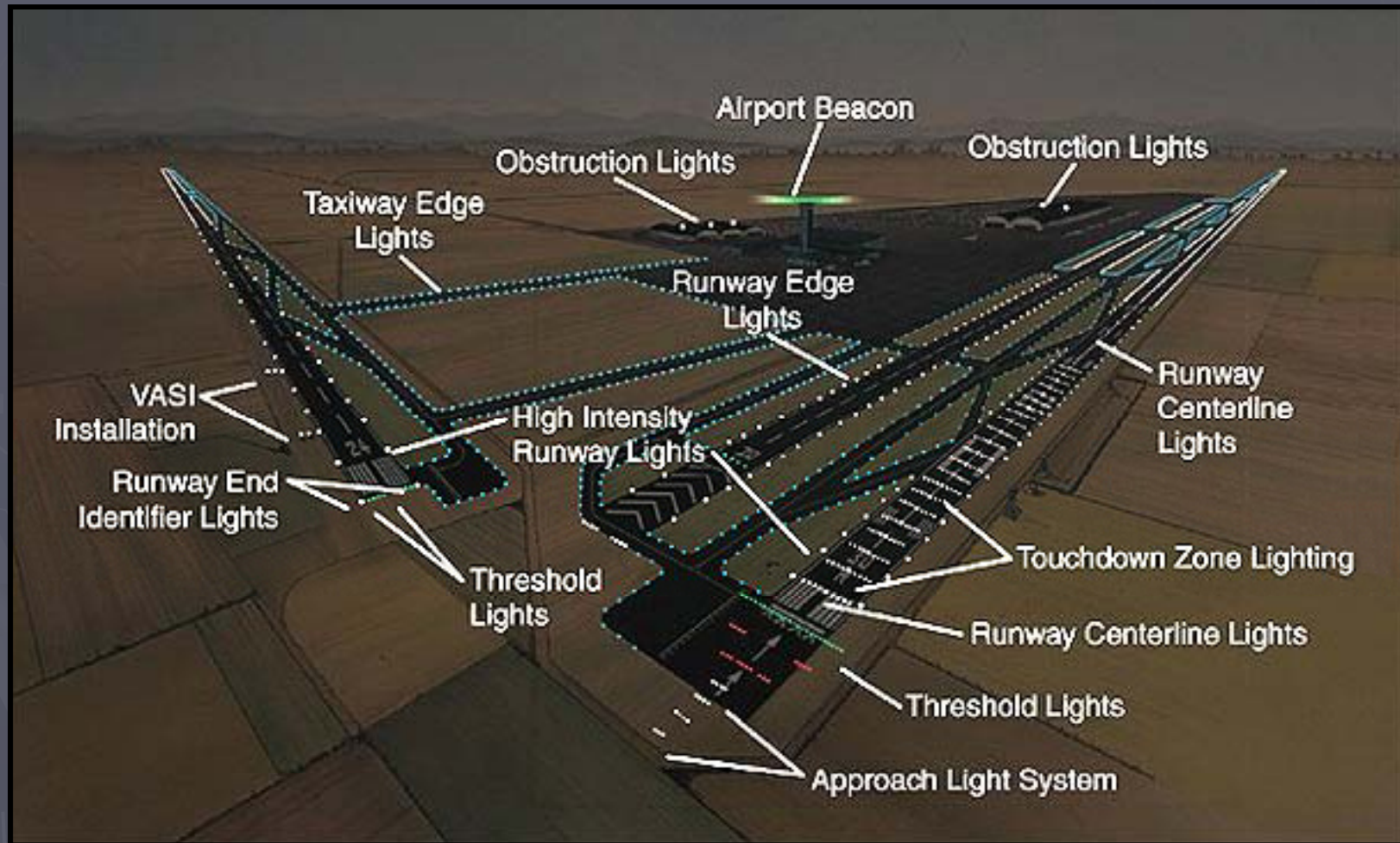
instalación con montaje en estaca

# Instalación con luz elevada de borde de rodaje azul fija



Observar el  
estado de la  
altura del  
Césped oculta  
La luz

# Airport Lighting



# *Intensidad de las luces y su control*

- ▶ *Nota.— En el crepúsculo o cuando hay poca visibilidad durante el día, las luces pueden ser más eficaces que las señales.*
- ▶ *Para que las luces sean eficaces en tales condiciones o en condiciones de mala visibilidad durante la noche, tienen que ser de intensidad adecuada. A fin de obtener la intensidad necesaria, es preciso generalmente que la luz sea direccional, que sea visible dentro de un ángulo apropiado y que esté orientada de manera que satisfaga los requisitos de operación. El sistema de iluminación de la pista tiene que considerarse en conjunto, para cerciorarse de que las intensidades relativas de las luces están debidamente adaptadas para el mismo fin. [Véanse el Adjunto A, Sección 15 y el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 4].*
- ▶ **5.3.1.10** La intensidad de la iluminación de pista deberá ser adecuada para las condiciones mínimas de visibilidad y luz ambiente en que se trate de utilizar la pista, y compatible con la de las luces de la sección más próxima del sistema de iluminación de aproximación, cuando exista este último.

## *Sistema de Luces pista para Aproximaciones de no precisión*



*Luces de Borde blancas fijas, tramo final amarillo*

*Luces de fin de pista  
Fijas rojas*

*Cono indicador de  
Dirección de viento iluminado*

*PAPI*

*Luces de Umbral de pista  
Fijas verdes*

## 5.3.3 Faros aeronáuticos

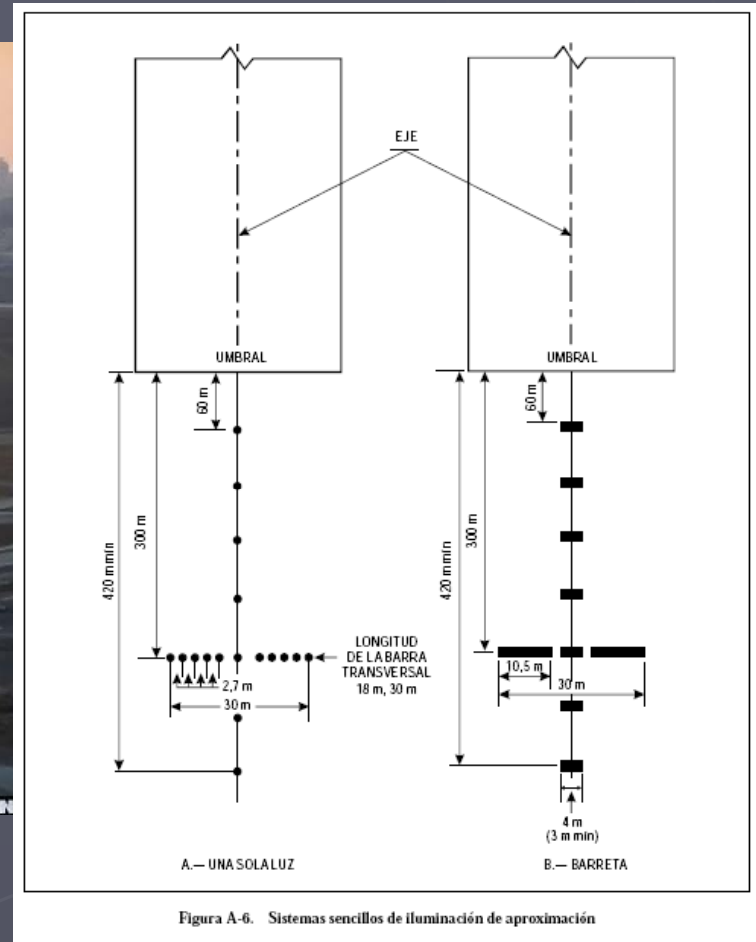
- ▶ 5.3.3.1 Los aeródromos previstos para ser utilizados de noche estarán dotados de un faro de aeródromo o de un faro de identificación, cuando sea necesario para las operaciones.
- ▶ 5.3.3.2 El requisito operacional se determinará habida cuenta de las necesidades del tránsito aéreo que utilice el aeródromo, de la perceptibilidad del aeródromo con respecto a sus alrededores y de la instalación de otras ayudas visuales y no visuales útiles para localizar el aeródromo.



## 5.3.4 Sistemas de iluminación de aproximación A.— Pista de vuelo visual

- ▶ **Recomendación.**— *Cuando sea materialmente posible, debería instalarse un sistema sencillo de iluminación de aproximación tal como el que se especifica en 5.3.4.2 a 5.3.4.9, para servir a una pista de vuelo visual cuando el número de clave sea 3 ó 4 y destinada a ser utilizada de noche, salvo cuando la pista se utilice solamente en condiciones de buena visibilidad y se proporcione guía suficiente por medio de otras ayudas visuales.*
- ▶ **Nota.**— *También puede instalarse un sistema sencillo de iluminación de aproximación para proporcionar guía visual durante el día.*

# Anexo 14 Adjunto A- Figura A-6. Sistemas sencillos de iluminación de aproximación



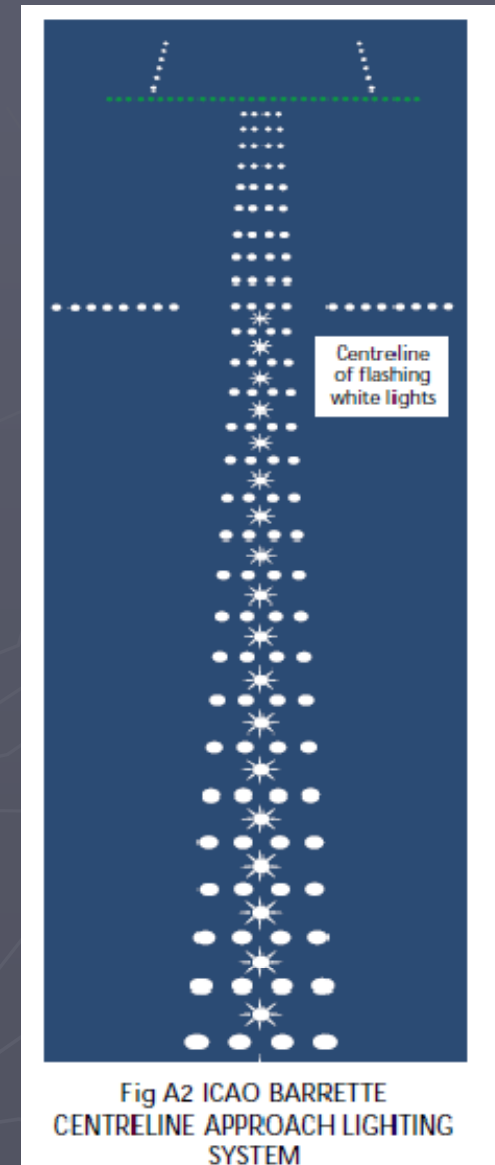
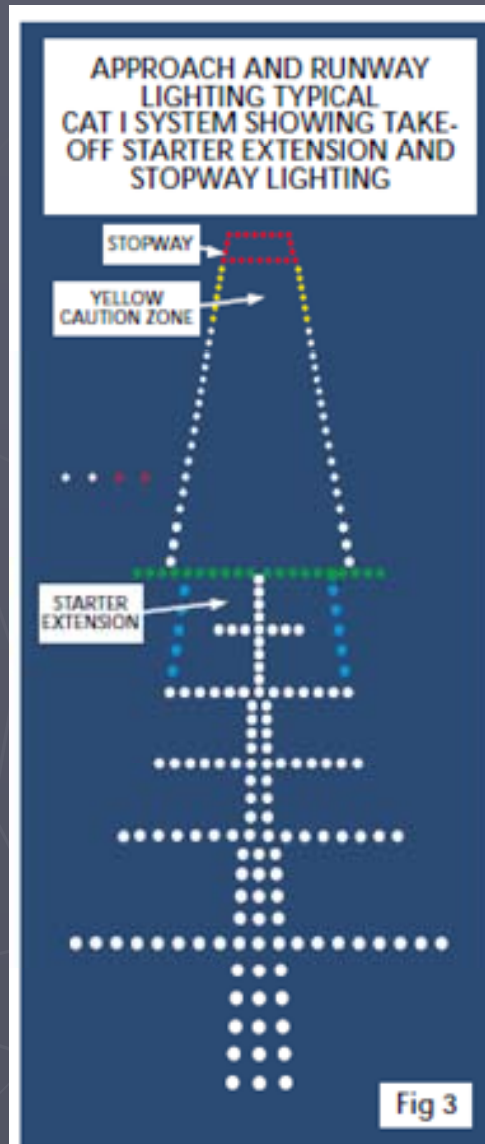
## 5.3.4 Sistemas de iluminación de aproximación B.— Pista para aproximaciones que no son de precisión

- ▶ Cuando sea materialmente posible, se instalará un sistema sencillo de iluminación de aproximación, tal como el que se especifica en 5.3.4.2 a 5.3.4.9, para servir a una pista para aproximaciones que no son de precisión, salvo cuando la pista se utilice solamente en condiciones de buena visibilidad y se proporcione guía suficiente por medio de otras ayudas visuales.



## 5.3.4 Sistemas de iluminación de aproximación C.— Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I

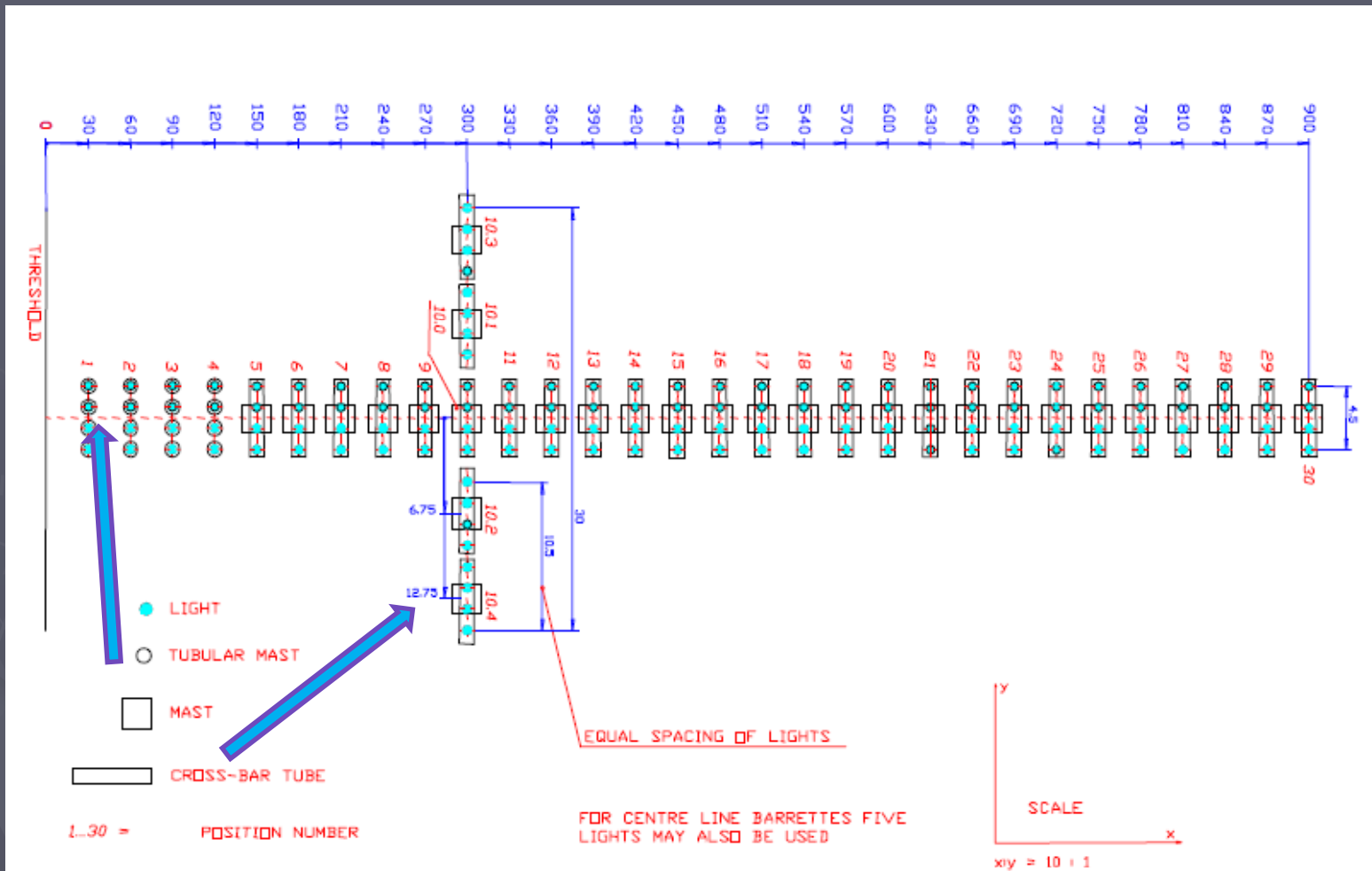
- ▶ Cuando sea materialmente posible, en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I se instalará un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I, tal como el que se especifica en 5.3.4.10 a 5.3.4.21.



# Vista de Pista APROXIMACIÓN INSTRUMENTAL DE PRECISIÒN CAT I con luces de eje de pista



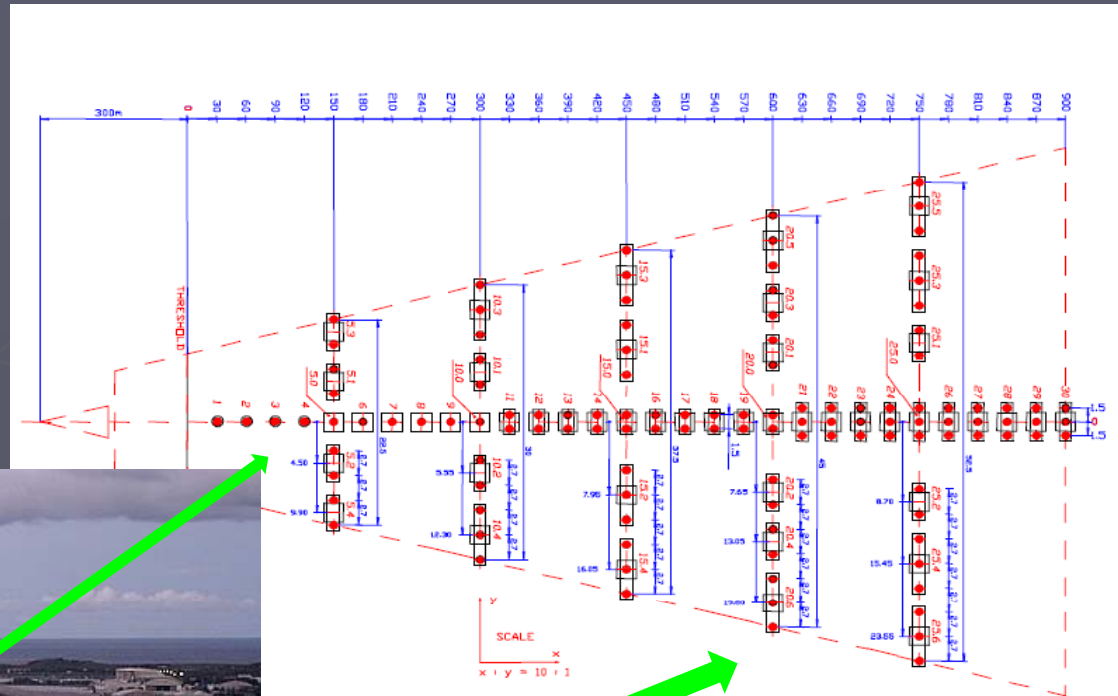
# Instalación en mástiles tubulares y atticle según proyecto EXEL Sistemas de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I CON BARRETAS



# Instalación en mástiles tubulares y Lattice según proyecto EXEL

## Sistemas de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I

### A — EJE CON CLAVE DE DISTANCIA





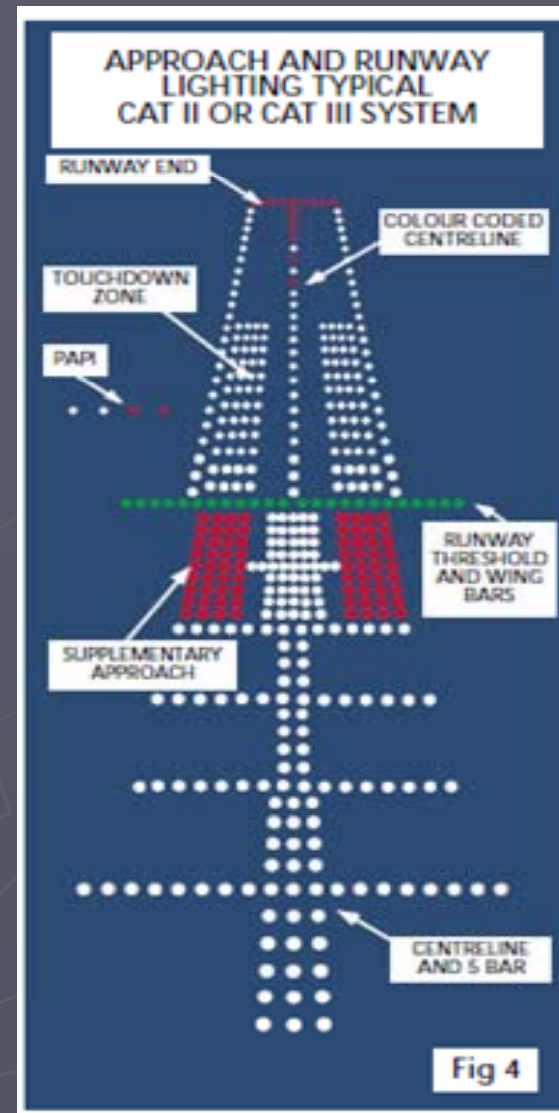
COPYRIGHT FLORIAN SINDERMANN

**AIRLINERS.NET**

### 5.3.4 Sistemas de iluminación de aproximación

#### D.— Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II y III

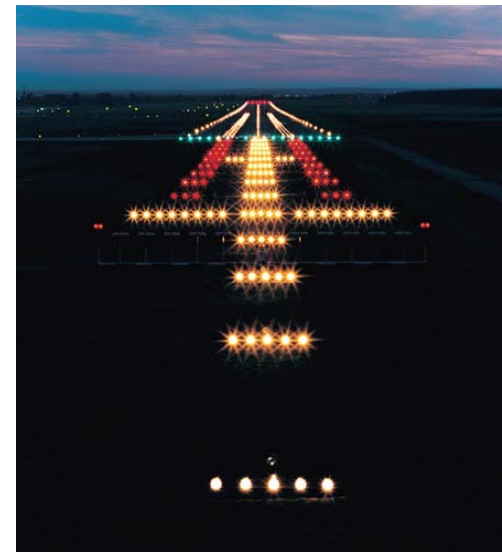
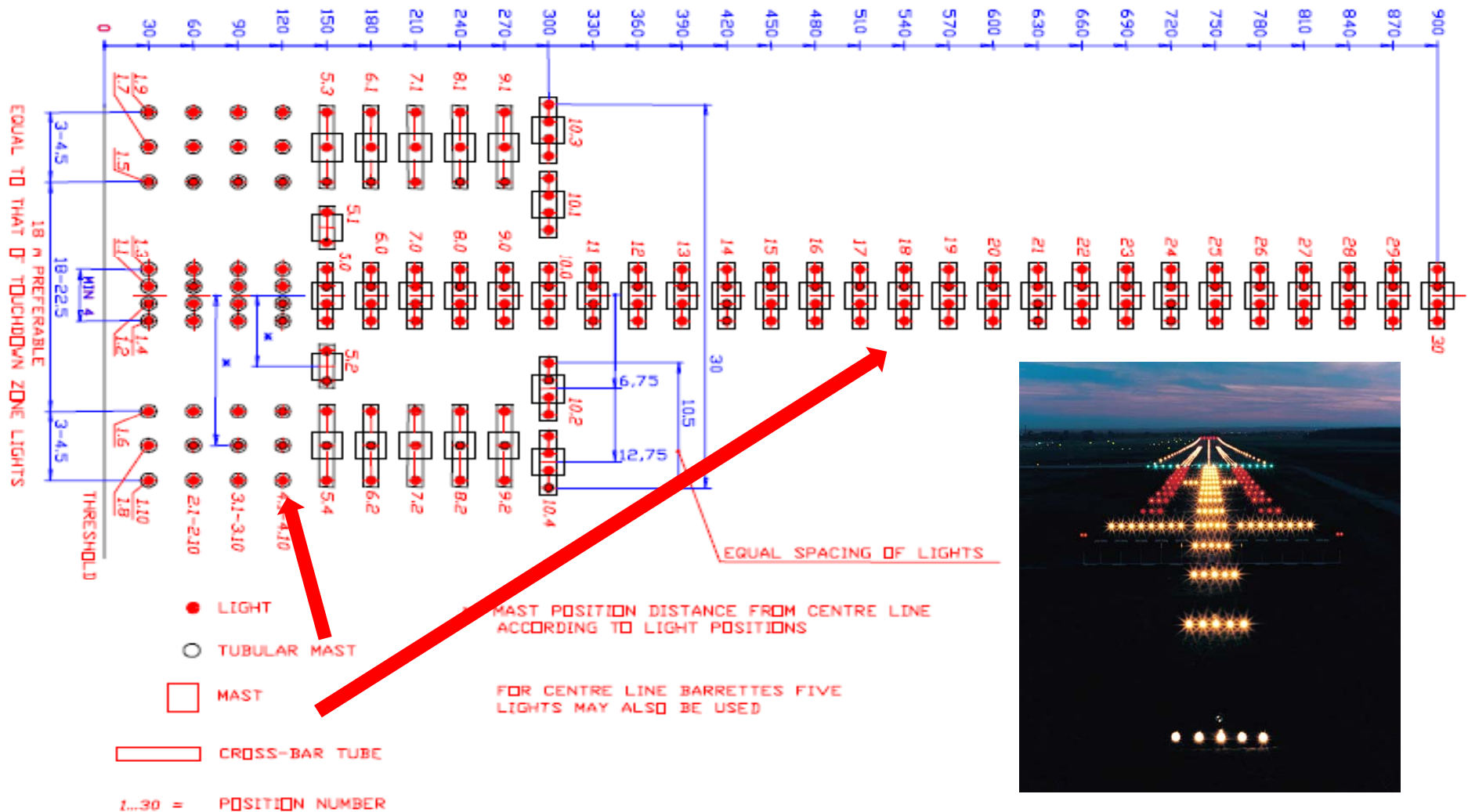
- En una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II y III, se instalará un sistema de iluminación de aproximación de precisión de las Categorías II o III, tal como se especifica en 5.3.4.22 a 5.3.4.39.



# Vista de Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II y III

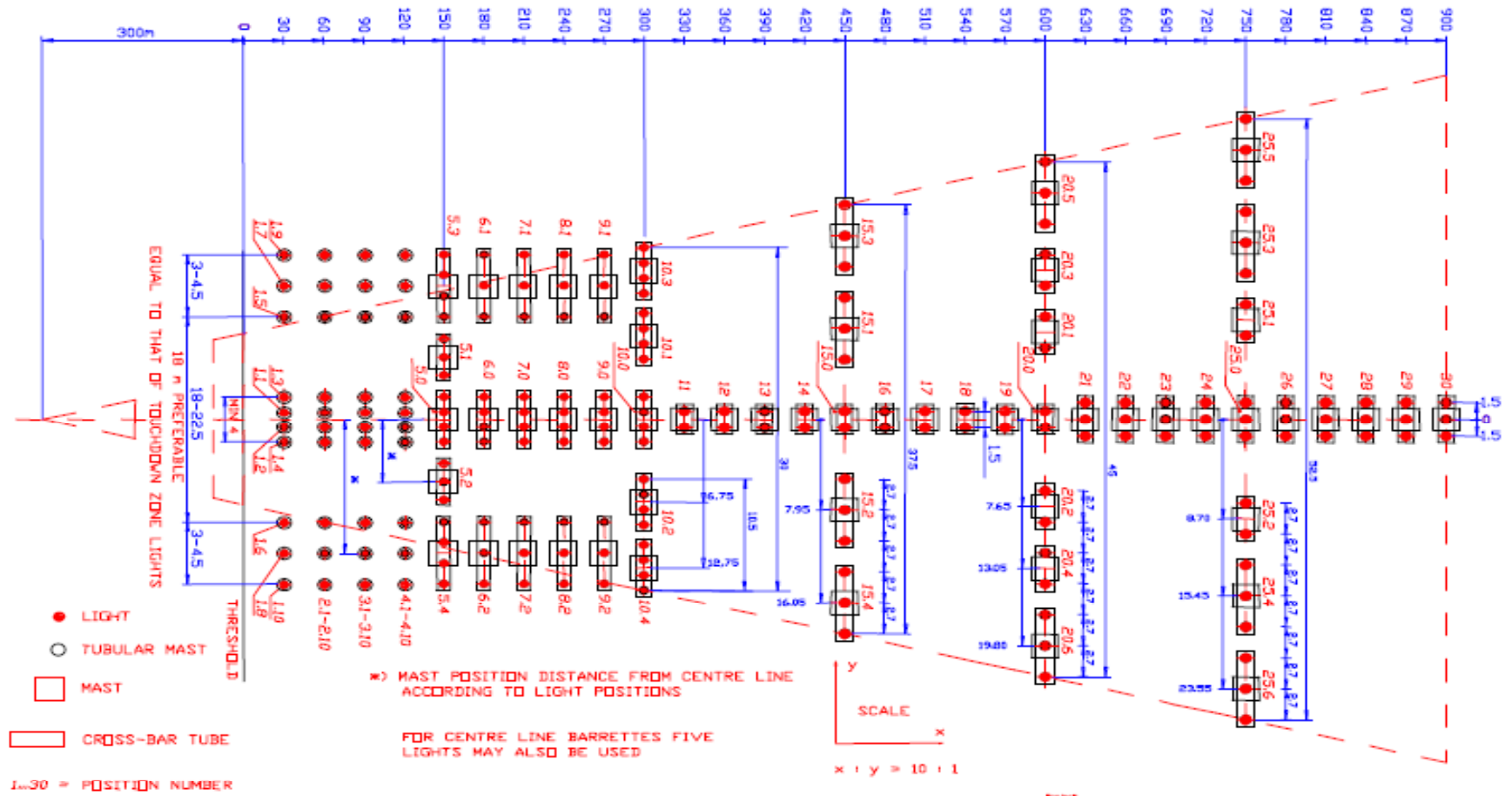


# Instalación en mástiles tubulares y atticle según proyecto EXEL Anexo 14 Sistemas de iluminación de aproximación de precisión de Categoría II con BARRETAS CENTRALES



# Instalación en mástiles tubulares y atticle según proyecto EXEL

## Anexo 14 Sistemas de iluminación de aproximación de precisión de Categoría II Y III con CODIFICACIÓN DE DISTANCIA



# *Pista para aproximaciones CATII y III*



Luces de zona de contacto  
blancas fijas

Luces de eje de pista  
blancas fijas – 900 m  
tramo rojo/blanco –  
tramo final 300 m rojo

PAPI

Luces de aproximación  
CAT. II y III con  
barretas centrales



# *Sistema de Luces de Aproximación cat II*



## 5.3.5 Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

### ► *Aplicación*

- 5.3.5.1 Se instalará un sistema visual indicador de pendiente de aproximación para facilitar la aproximación a una pista, que cuente o no con otras ayudas para la aproximación, visuales o no visuales, cuando exista una o más de las condiciones siguientes:
  - a) la pista sea utilizada por turborreactores u otros aviones con exigencias semejantes en cuanto a guía para la aproximación;
  - b) el piloto de cualquier tipo de avión pueda tener dificultades para evaluar la aproximación por una de las razones siguientes:
    - 1) **orientación visual insuficiente**, por ejemplo, en una aproximación de día sobre agua o terreno desprovisto de puntos de referencia visuales o durante la noche, por falta de luces no aeronáuticas en el área de aproximación; o
    - 2) **información visual equívoca**, debida por ejemplo, a la configuración del terreno adyacente o a la pendiente de la pista;
  - c) la presencia de objetos en el área de aproximación pueda constituir un peligro grave si un avión desciende por debajo de la trayectoria normal de aproximación, especialmente si no se cuenta con una ayuda no visual u otras ayudas visuales que adviertan la existencia de tales objetos;
  - d) las características físicas del terreno en cada extremo de la pista constituyan un peligro grave en el caso en que un avión efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo; y
  - e) las condiciones del terreno o las condiciones meteorológicas predominantes sean tales que el avión pueda estar sujeto a turbulencia anormal durante la aproximación.

# Doc. 9157 Parte 4 - 8.3 Ángulos de reglaje PAPI

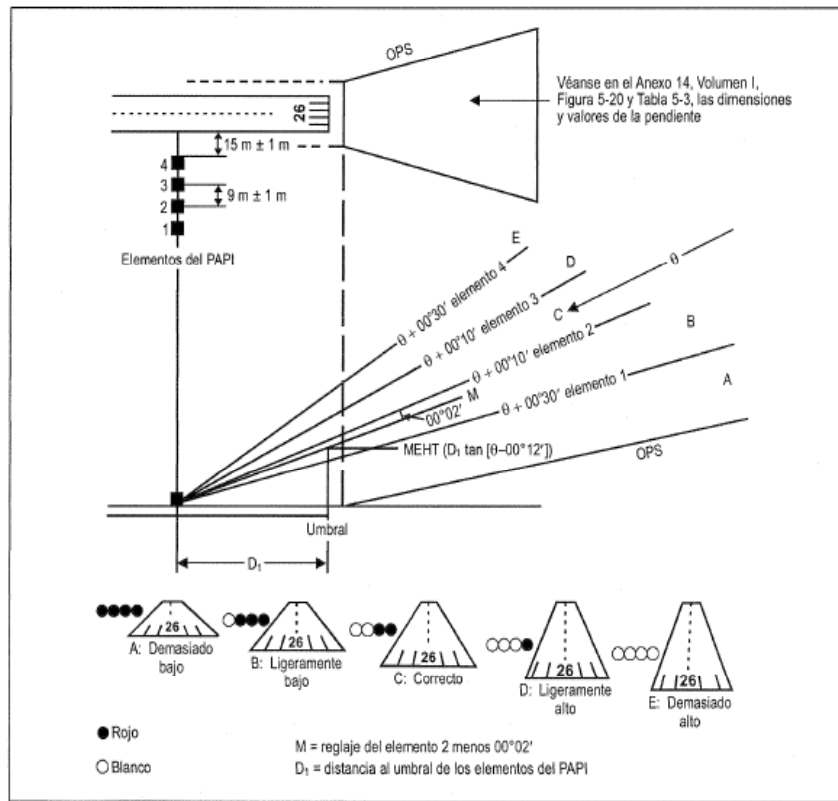
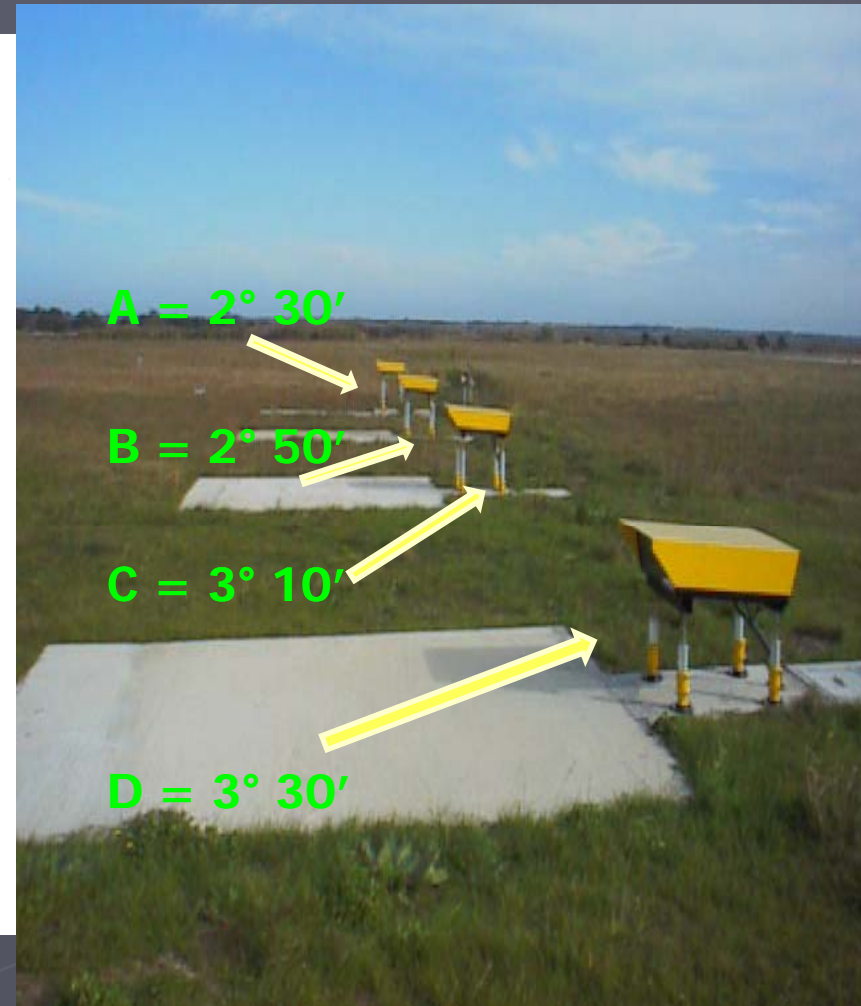
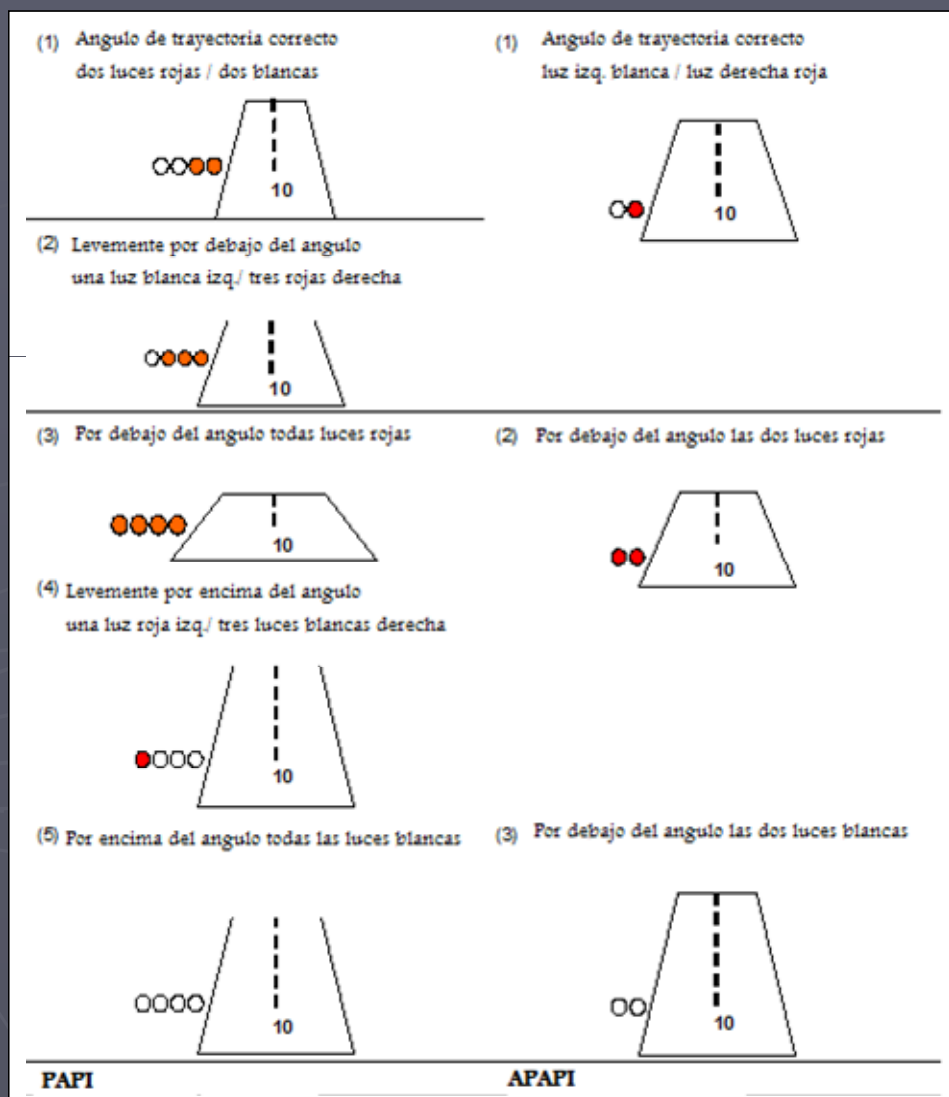


Figura 8-6. Disposición de los elementos del PAPI y visualización correspondiente



# Diferentes señales del papi y apapi según ángulo de elevación





## ELEMENTO DE AJUSTE Y VISTA INTERIOR PAPI

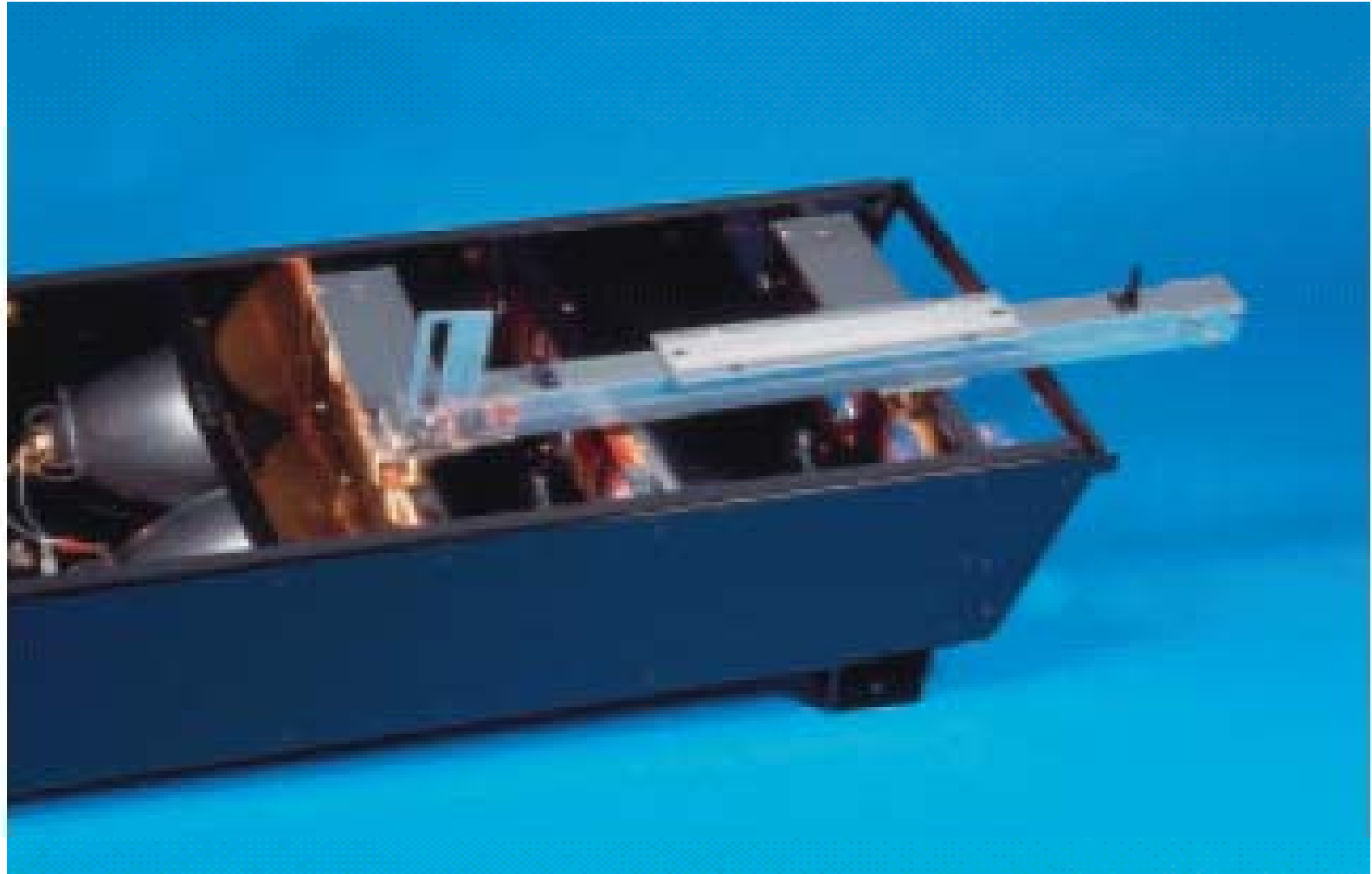


FIG. 4

## 5.3.8 Luces de identificación de umbral de pista

### ► *Aplicación*

#### ► 5.3.8.1 Recomendación.— *Deberían instalarse luces de identificación de umbral de pista:*

- *a) en el umbral de una pista para aproximaciones que no son de precisión, cuando sea necesario hacerlo más visible o cuando no puedan instalarse otras ayudas luminosas para la aproximación; y*
- *b) cuando el umbral esté desplazado permanentemente del extremo de la pista o desplazado temporalmente de su posición normal y se necesite hacerlo más visible.*

### ► *Emplazamiento*

- 5.3.8.2 Las luces de identificación de umbral de pista se emplazarán simétricamente respecto al eje de la pista, alineadas con el umbral y a 10 m, aproximadamente, al exterior de cada línea de luces de borde pista.



# Las luces de identificación de umbral de pista

- ▶ *Características*
- ▶ 5.3.8.3 Recomendación.— *Las luces de identificación de umbral de pista deberían ser luces de destellos de color blanco, con una frecuencia de destellos de 60 a 120 por minuto.*
- ▶ 5.3.8.4 Las luces serán visibles solamente en la dirección de la aproximación a la pista.



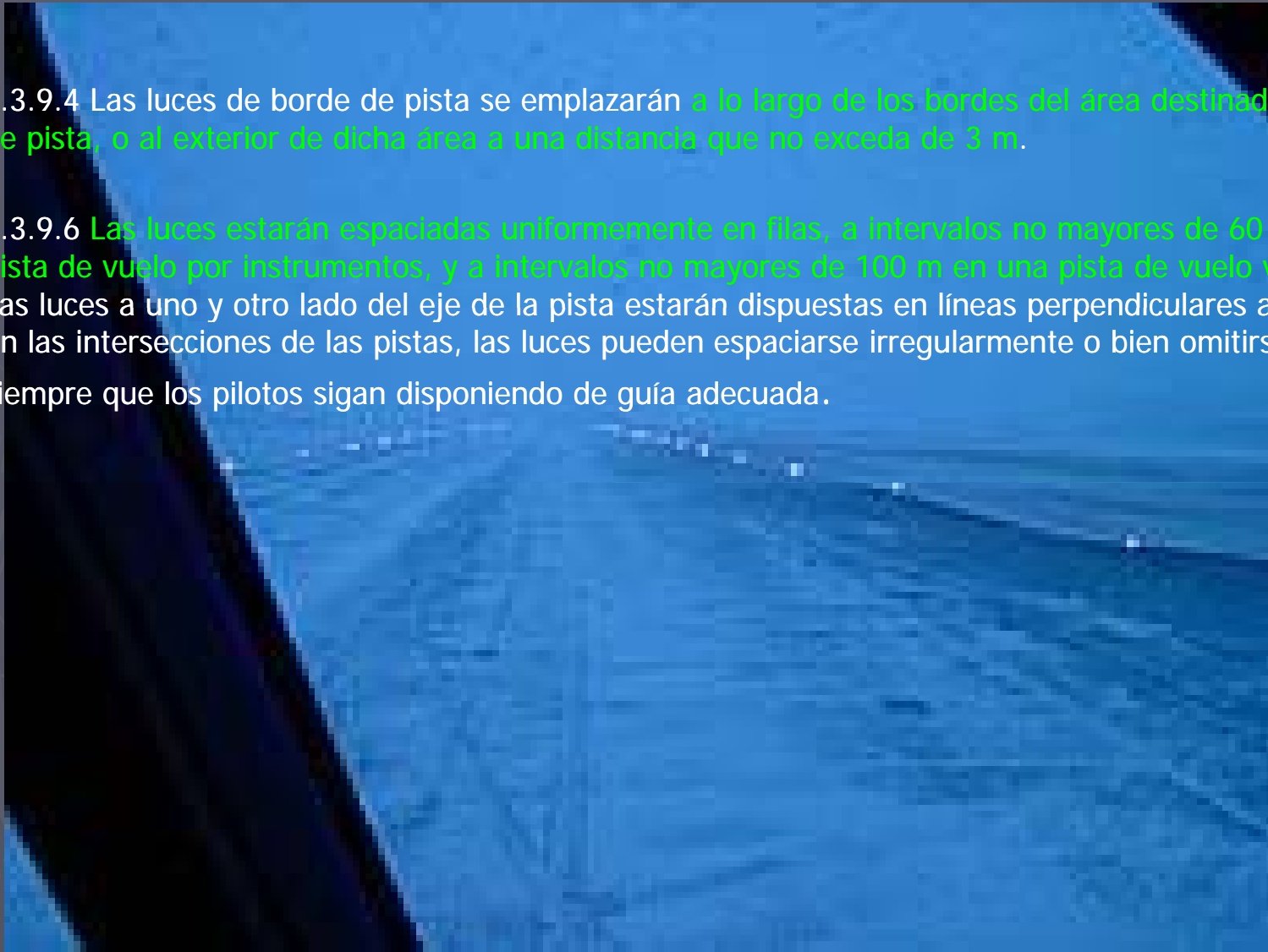
## 5.3.9 Luces de borde de pista

5.3.9.1 Se instalarán luces de borde de pista en una pista destinada a uso nocturno, o en una pista para aproximaciones de precisión destinada a uso diurno o nocturno.



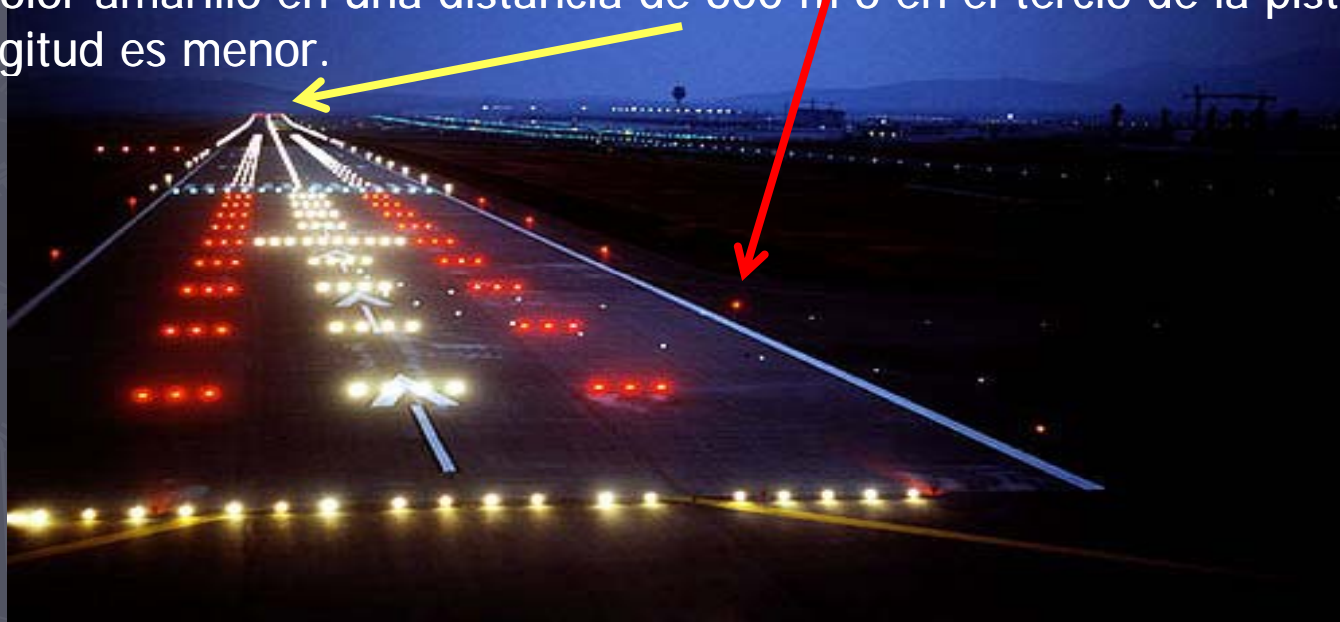
# Luces de borde de pista

- ▶ 5.3.9.4 Las luces de borde de pista se emplazarán a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista, o al exterior de dicha área a una distancia que no exceda de 3 m.
- ▶ 5.3.9.6 Las luces estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos no mayores de 60 m en una pista de vuelo por instrumentos, y a intervalos no mayores de 100 m en una pista de vuelo visual. Las luces a uno y otro lado del eje de la pista estarán dispuestas en líneas perpendiculares al mismo. En las intersecciones de las pistas, las luces pueden espaciarse irregularmente o bien omitirse, siempre que los pilotos sigan disponiendo de guía adecuada.



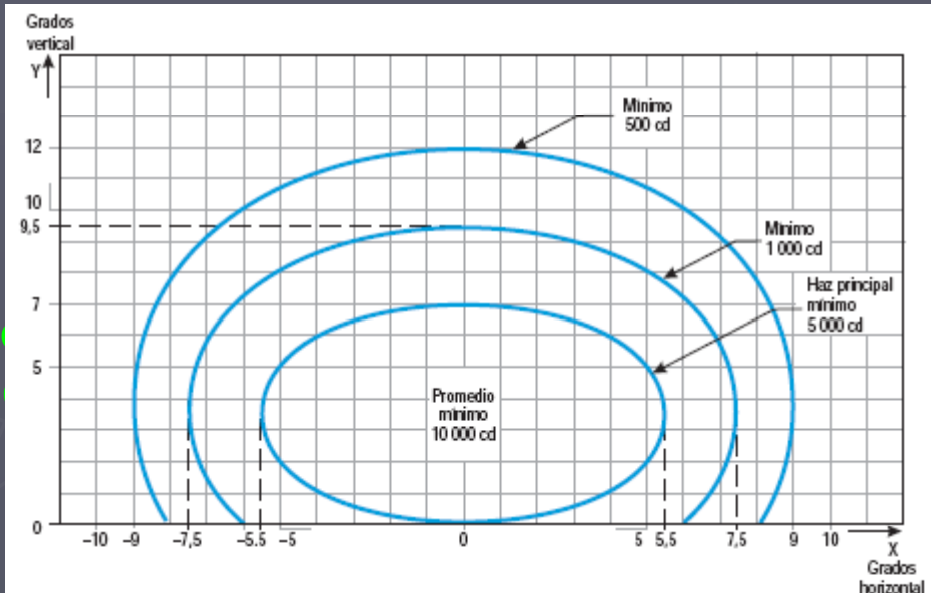
# Características

- ▶ 5.3.9.7 Las luces de borde de pista serán fijas y de color blanco variable, excepto que:
  - ▶ a) en el caso de que el umbral esté desplazado, las luces entre el comienzo de la pista y el umbral desplazado serán de color rojo en la dirección de la aproximación; y
  - ▶ b) en el extremo de la pista, opuesto al sentido del despegue, las luces pueden ser de color amarillo en una distancia de 600 m o en el tercio de la pista, si esta longitud es menor.



## Condiciones de visibilidad e intensidad

- ▶ 5.3.9.9 En todos los ángulos de azimut requeridos según 5.3.9.8, las luces de borde de pista serán visibles hasta 15° sobre la horizontal, con una intensidad adecuada para las condiciones de visibilidad y luz ambiente en las cuales se haya de utilizar la pista para despegues y aterrizajes. En todo caso, la intensidad será de 50 cd por lo menos, pero en los aeródromos en que no existan luces aeronáuticas, la intensidad de las luces puede reducirse hasta un mínimo de 25 cd, con el fin de evitar el deslumbramiento de los pilotos.
- ▶ 5.3.9.10 En las pistas para aproximación de precisión, las luces de borde de pista se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-9 o A2-10.



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$
2. Convergencia de 3,5°
3. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.
4. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.
5. Véanse las notas comunes a las Figuras A2-1 a A2-11.

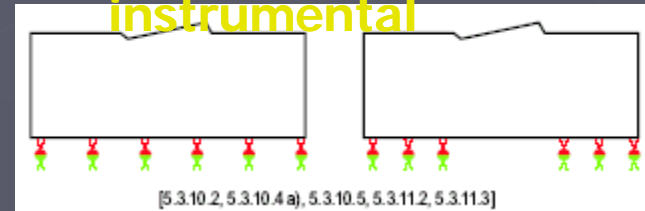
a	5,5	7,5	9,0
b	3,5	6,0	8,5

Figura A2-9. Diagrama de isocandelas para las luces de borde de pista cuando la anchura de la pista es de 45 m (luz blanca)

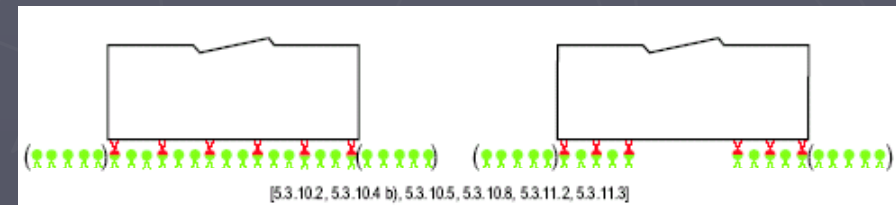
## 5.3.10 Luces de umbral de pista y de barra de ala

- ▶ 5.3.10.1 Se instalarán luces de umbral de pista en una pista equipada con luces de borde de pista, excepto en el caso de una pista de vuelo visual o una pista para aproximaciones que no son de precisión, cuando el umbral esté desplazado y se disponga de luces de barra de ala.

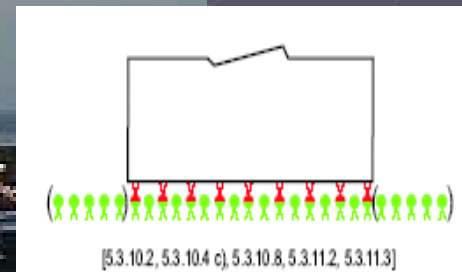
### Pista No precisión y no instrumental



### Pista Categoría I

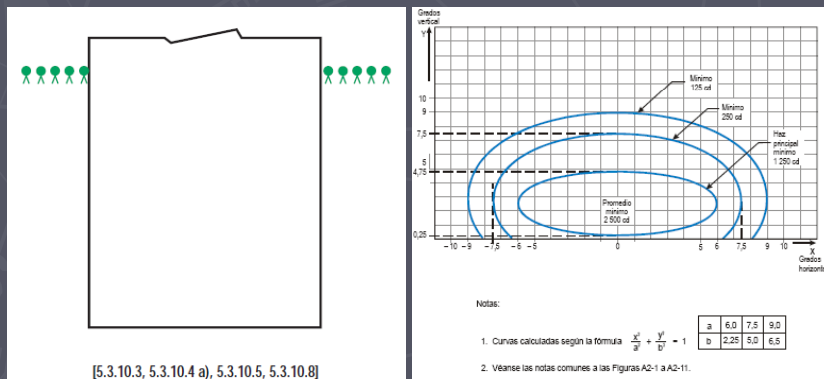


### Pista Categoría III



# Aplicación de las luces de barra de ala

- ▶ 5.3.10.6 Recomendación.— *Deberían instalarse luces de barra de ala en las pistas para aproximaciones de precisión cuando se estime conveniente una indicación más visible del umbral.*
- ▶ 5.3.10.7 Se instalarán luces de barra de ala en una pista de vuelo visual o en una pista para aproximaciones que no sean de precisión, cuando el umbral esté desplazado y las luces de umbral de pista sean necesarias, pero no se hayan instalado.



- ▶ Luces de barra de ala color verde fijo
- ▶ 5.3.10.10 En las pistas para aproximaciones de precisión, las luces de umbral de pista se ajustarán a las especificaciones del Apéndice 2, Figura A2-3.



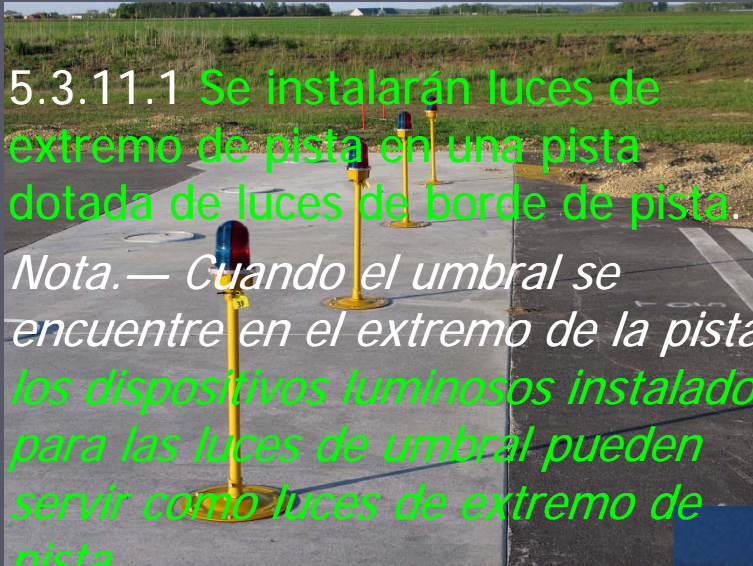
## 5.3.11 Luces de extremo de pista

- ▶ 5.3.11.1 Se instalarán luces de extremo de pista en una pista dotada de luces de borde de pista.
- ▶ *Nota.— Cuando el umbral se encuentre en el extremo de la pista, los dispositivos luminosos instalados para las luces de umbral pueden servir como luces de extremo de pista.*

### **Emplazamiento**

- ▶ 5.3.11.2 Las luces de extremo de pista se emplazarán en una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo.

- ▶ 5.3.11.4 Las luces de extremo de pista serán luces fijas unidireccionales de color rojo, visibles en la dirección de la pista, y su intensidad y abertura de haz serán las adecuadas para las condiciones de visibilidad y de luz ambiente en las que se prevea que ha de utilizarse



## 5.3.12 Luces de eje de pista

- ▶ 5.3.12.1 Se instalarán luces de eje de pista en todas las pistas para aproximaciones de precisión de Categoría II o III.
- ▶ 5.3.12.2 Recomendación.— *Deberían instalarse luces de eje de pista en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, particularmente cuando dicha pista es utilizada por aeronaves con una velocidad de aterrizaje elevada, o cuando la anchura de separación entre las líneas de luces de borde de pista sea superior a 50 m.*
- ▶ 5.3.12.3 Se instalarán luces de eje de pista en una pista destinada a ser utilizada para despegues con mínimos de utilización inferiores a un alcance visual en la pista del orden de 400 m.
- ▶ 5.3.12.7 Las luces de eje de pista serán luces fijas de color blanco variable desde el umbral hasta el punto situado a 900 m del extremo de pista; **luces alternadas de colores rojo y blanco variable desde 900 m hasta 300 m del extremo de pista**, y **de color rojo desde 300 m hasta el extremo de pista**, excepto que, en el caso de pistas de longitud inferior a 1800 m, las luces alternadas de colores rojo y blanco variable se extenderán desde el punto medio de la pista utilizable para el aterrizaje hasta 300 m del extremo de la pista



## 5.3.13 Luces de zona de toma de contacto en la pista

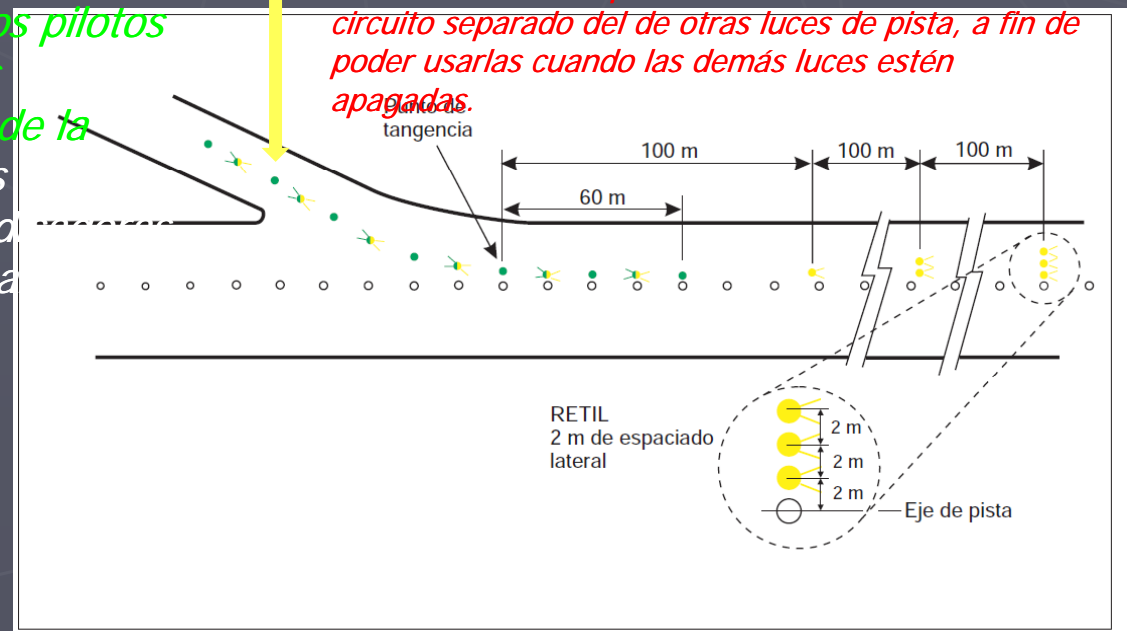
- ▶ 5.3.13.1 Se instalarán luces de zona de toma de contacto en la zona de toma de contacto de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III.
- ▶ 5.3.13.2 Las luces de zona de toma de contacto se extenderán desde el umbral hasta una distancia longitudinal de 900 m, excepto en las pistas de longitud menor de 1800 m, en cuyo caso se acortará el sistema, de manera que no sobrepase el punto medio de la pista. La instalación estará dispuesta en forma de pares de barretas simétricamente colocadas respecto al eje de la pista. Los elementos luminosos de un par de barretas más próximos al eje de pista tendrán un espaciado lateral igual al del espaciado lateral elegido para la señal de la zona de toma de contacto. El espaciado longitudinal entre los pares de barretas será de 30 m o de 60 m.
- ▶ 5.3.13.3 Una barreta estará formada por tres luces como mínimo, con un espaciado entre las mismas no mayor de 1,5 m.
- ▶ 5.3.13.5 Las luces de zona de toma de contacto serán luces fijas unidireccionales de color blanco variable.

## 5.3.14 Luces indicadoras de calle de salida rápida

- *Nota.— Las luces indicadoras de calle de salida rápida (RETIL) tienen la finalidad de proporcionar a los pilotos información sobre la distancia hasta la calle de salida rápida más cercana a fin de aumentar la conciencia situacional en condiciones de poca visibilidad y permitir que los pilotos deceleren para velocidades más eficientes de rodaje y de salida de la pista. Es esencial que los pilotos lleguen a una pista con luces indicadoras de calle de salida rápida conozcan la finalidad de las luces.*

5.3.14.2 **No se encenderán las luces indicadoras de calle de salida rápida en caso de falla de una de las lámparas o de otra falla que evite la configuración completa de luces que se muestra en la Figura 5-24.**

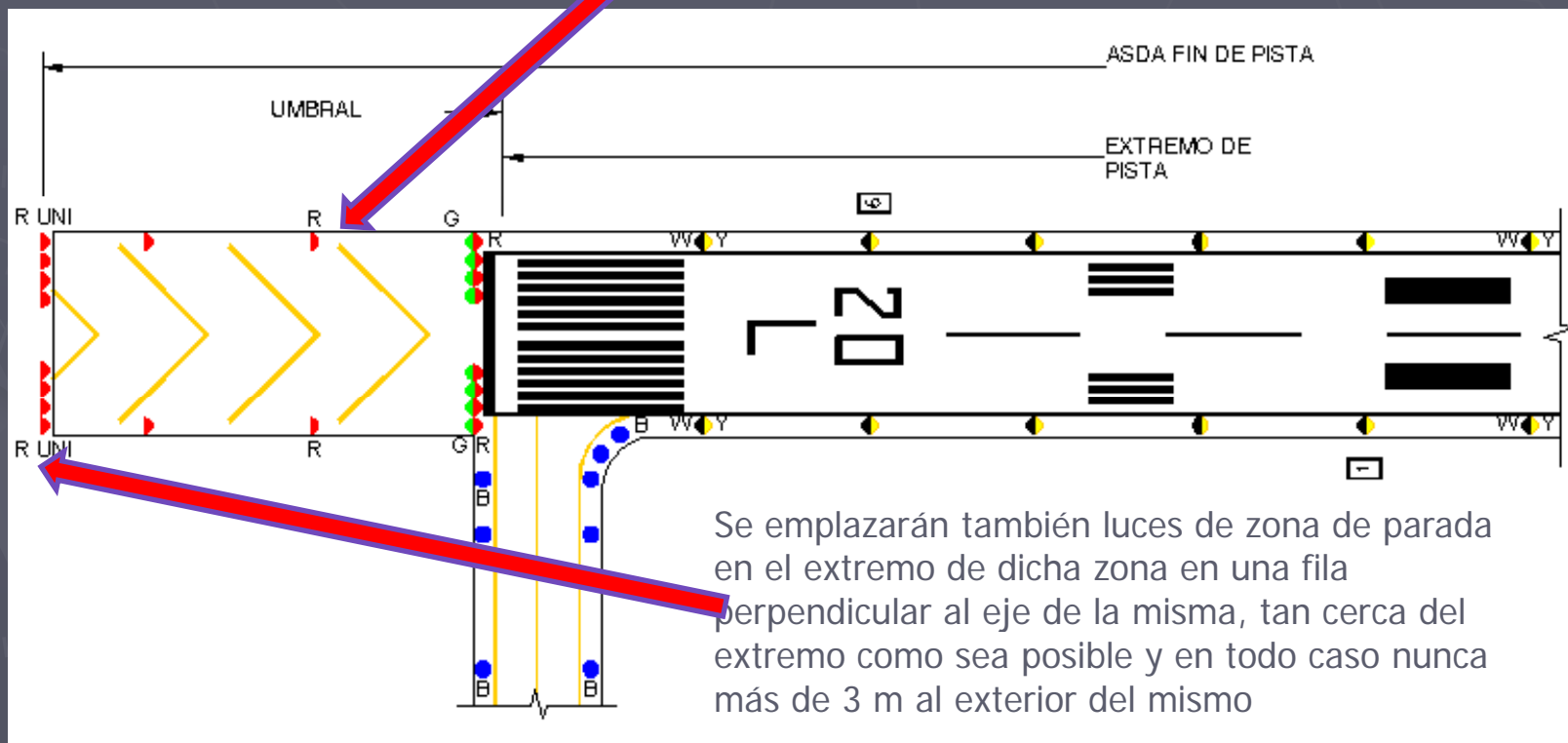
5.3.14.7 **Recomendación.— Las luces indicadoras de calle de salida rápida deberían alimentarse con un circuito separado del de otras luces de pista, a fin de poder usarlas cuando las demás luces estén apagadas.**



## 5.3.15 Luces de zona de parada

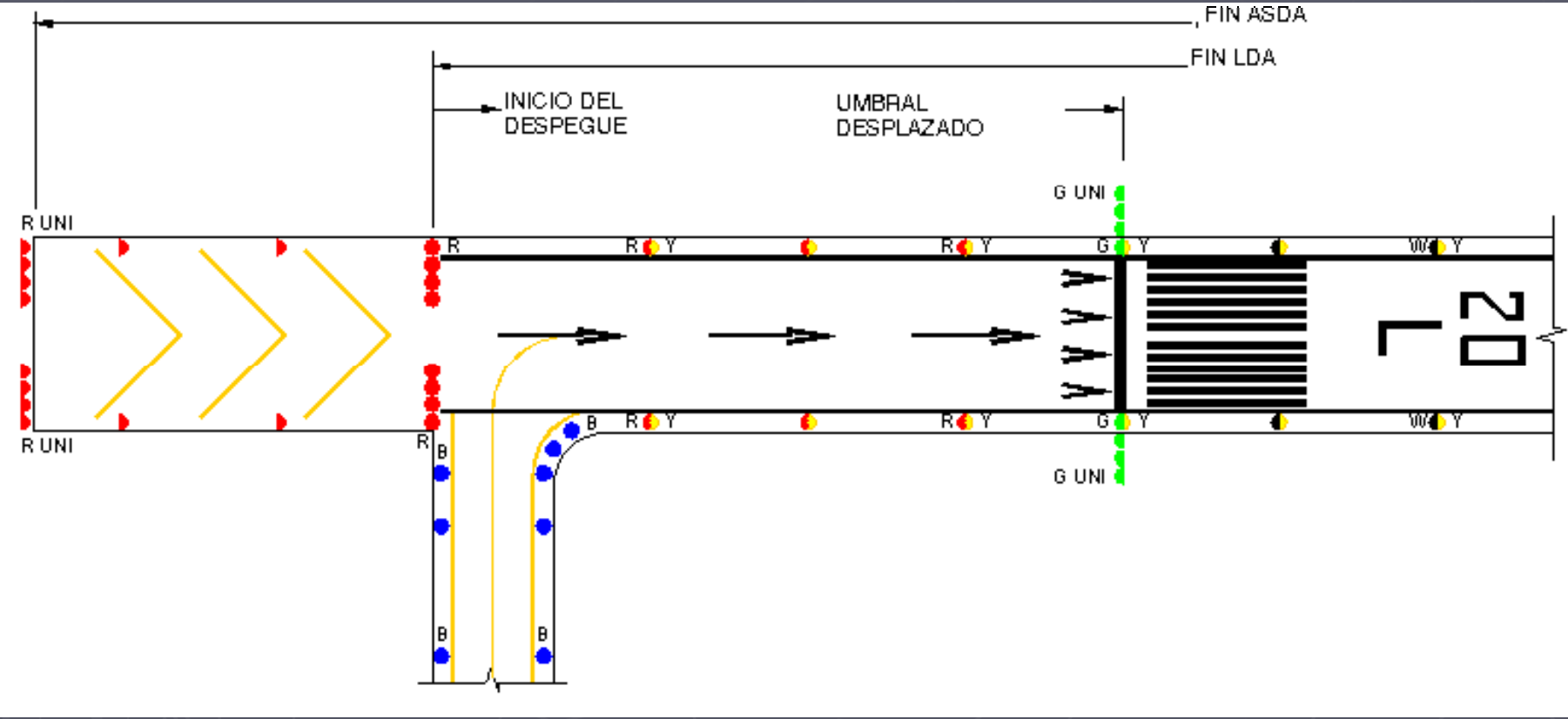
- ▶ 5.3.15.1 Se instalarán luces de zona de parada en todas las zonas de parada previstas para uso nocturno

Se emplazarán luces de zona de parada en toda la longitud de la zona de parada, dispuestas en dos filas paralelas equidistantes del eje y coincidentes con las filas de luces de borde de pista..



Se emplazarán también luces de zona de parada en el extremo de dicha zona en una fila perpendicular al eje de la misma, tan cerca del extremo como sea posible y en todo caso nunca más de 3 m al exterior del mismo

# Luces de zona de parada con umbral desplazado



## 5.3.16 Luces de eje de calle de rodaje

- ▶ 5.3.16.1 Se instalarán luces de eje de calle de rodaje en las calles de salida de pista, calles de rodaje, instalaciones de deshielo/antihielo y plataformas destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a 350 m, de manera que proporcionen una guía continua entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves, pero no será necesario proporcionar dichas luces cuando haya reducida densidad de tránsito y las luces de borde y las señales de eje de calle de rodaje proporcionen guía suficiente.



# Características

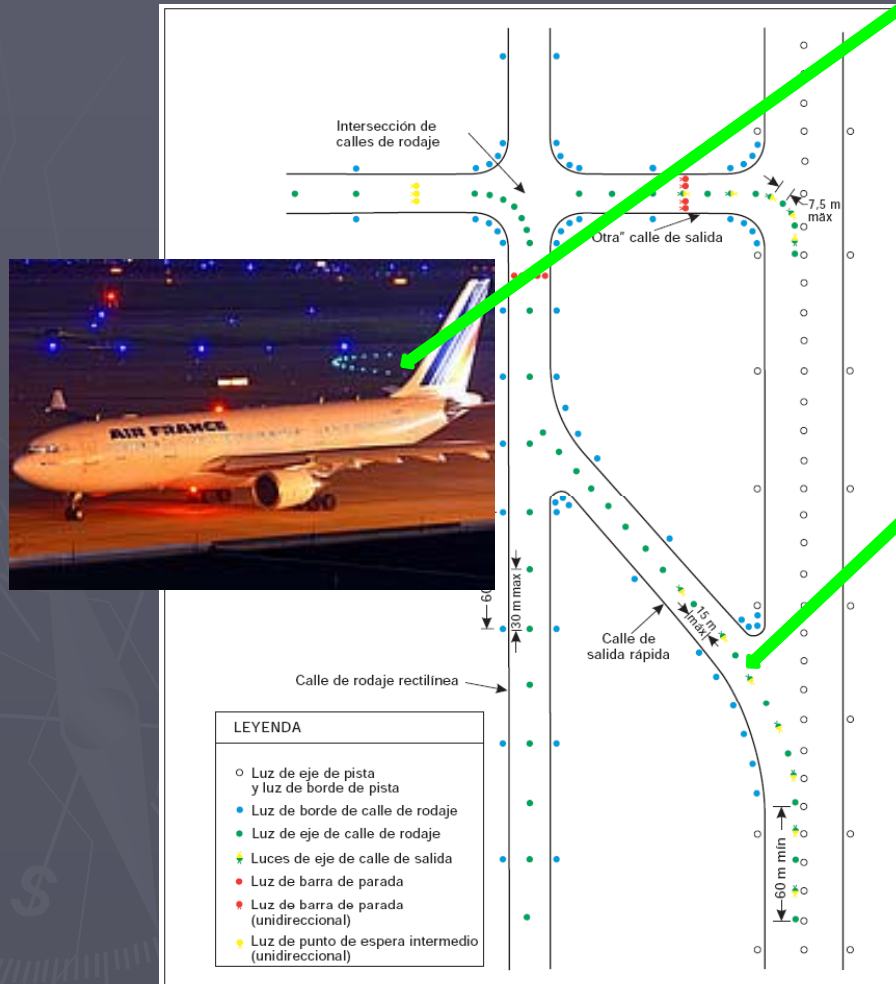


Figura 5-25. Iluminación de calles de rodaje

5.3.16.6 Las luces de eje de una calle de rodaje que no sea calle de salida y de una pista que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje serán fijas de color verde y las dimensiones de los haces serán tales que sólo sean visibles desde aviones que estén en la calle de rodaje o en la proximidad de la misma.

5.3.16.7 Las luces de eje de calle de rodaje de una calle de salida serán fijas. Dichas luces serán alternativamente de color verde y amarillo desde su comienzo cerca del eje de la pista hasta el perímetro del área crítica /sensible ILS/MLS o hasta el borde inferior de la superficie de transición interna, de ambas líneas la que se encuentre más lejos de la pista; y seguidamente todas las luces deberán verse de color verde (Figura 5-25).

## 5.3.17 Luces de borde de calle de rodaje

- ▶ 5.3.17.1 Se instalarán luces de borde de calle de rodaje en los bordes de una plataforma de viraje en la pista, apartaderos de espera, instalaciones de deshielo/antihielo, plataformas, etc., que hayan de usarse de noche, y en las calles de rodaje que no dispongan de luces de eje de calles de rodaje y que estén destinadas a usarse de noche.

Pero no será necesario instalar luces de borde de calle de rodaje cuando, teniendo en cuenta el carácter de las operaciones, puede obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios.

- ▶ 5.3.17.7 Las luces de borde de calle de rodaje serán luces fijas de color azul. Estas luces serán visibles por lo menos hasta  $75^\circ$  por encima de la horizontal y desde todos los ángulos de azimut necesarios para proporcionar guía a los pilotos que circulen en cualquiera de los dos sentidos.



## 5.3.18 Luces de plataforma de viraje en la pista

- ▶ 5.3.18.1 Se instalarán luces de plataforma de viraje para proporcionar una guía continua en las plataformas que se destinan a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista menores de 350 m, **para permitir a una aeronave completar un viraje de 180° y alinearse con el eje de la pista.**

- ▶ **5.3.18.2 Recomendación.** — *Deberían instalarse luces de plataforma de viraje en la pista en plataformas de viraje en la pista que se prevé utilizar durante la noche.*

## 5.3.19 Barras de parada

- ▶ 5.3.19.1 Deberá instalarse una barra de parada en cada punto de espera de la pista asociado a una pista destinada a ser utilizada en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a un valor de 350 m, salvo si:
  - ▶ a) se dispone de ayudas y procedimientos apropiados para suministrar asistencia a fin de evitar que las aeronaves y los vehículos entren inadvertidamente en la pista; o
  - ▶ b) se dispone de procedimientos operacionales para que, en aquellos casos en que las condiciones de alcance visual en la pista sean inferiores a un valor de 550 m, se limite el número:
    - ▶ 1) de aeronaves en el área de maniobras a una por vez; y
    - ▶ 2) de vehículos en el área de maniobras al mínimo esencial.
- ▶ 5.3.19.6 Las barras de parada consistirán en luces de color rojo que serán visibles en los sentidos previstos de las aproximaciones hacia la intersección o punto de espera de la pista, espaciadas a intervalos de 3 m, y colocadas transversalmente en la calle de rodaje.

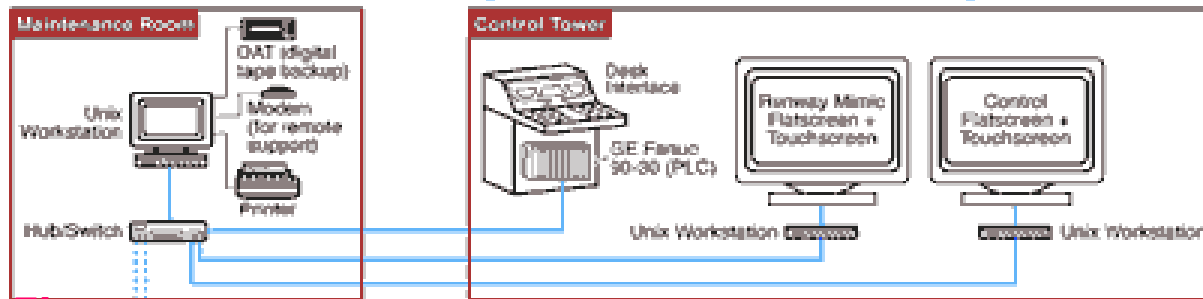


## 5.3.19 Barras de parada

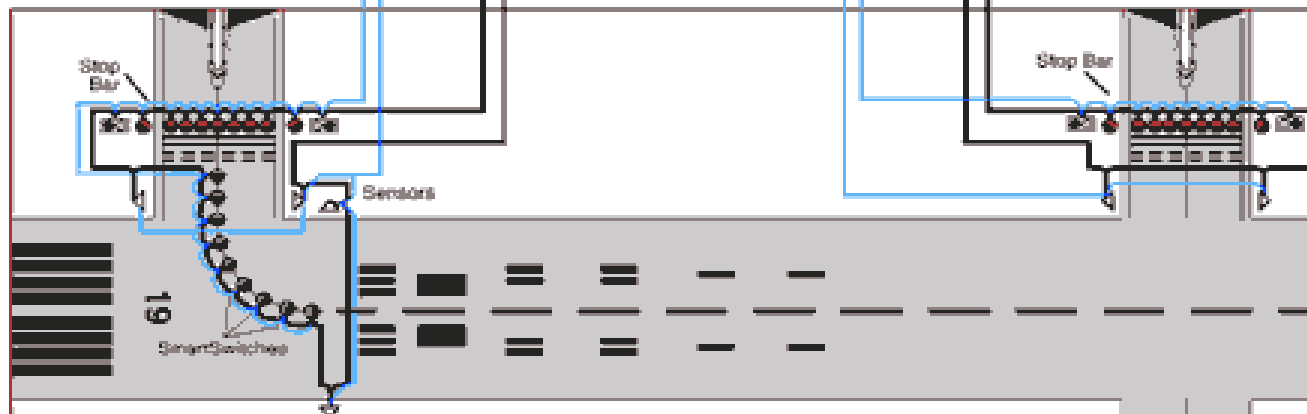
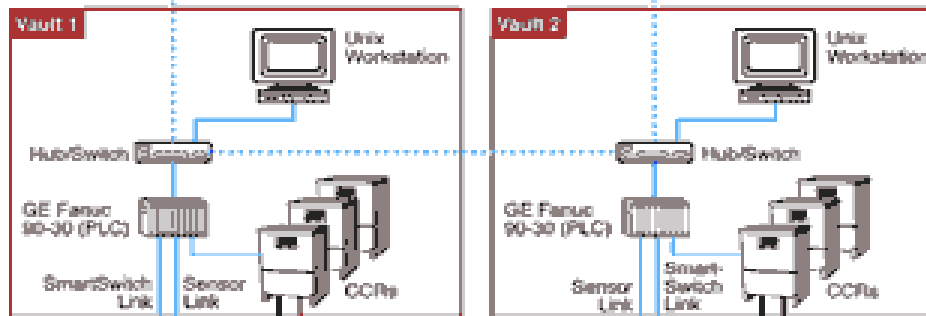
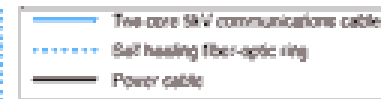
- ▶ 5.3.19.2 Deberá instalarse una barra de parada en cada punto de espera de la pista asociado a una pista destinada a ser utilizada en condiciones de alcance visual en la pista con valores comprendidos entre 350 m y 550 m, salvo si:
  - ▶ a) se dispone de ayudas y procedimientos apropiados para suministrar asistencia a fin de evitar que las aeronaves y los vehículos entren inadvertidamente en la pista; o
  - ▶ b) se dispone de procedimientos operacionales para que, en aquellos casos en que las condiciones de alcance visual en la pista sean inferiores a un valor de 550 m, se limite el número:
    - ▶ 1) de aeronaves en el área de maniobras a una por vez; y
    - ▶ 2) de vehículos en el área de maniobras al mínimo esencial.



## SmartControl System Architecture Diagram



**Nota 1.— El control, ya sea manual o automático, de las barras de parada debe estar a cargo de los servicios de tránsito aéreo**



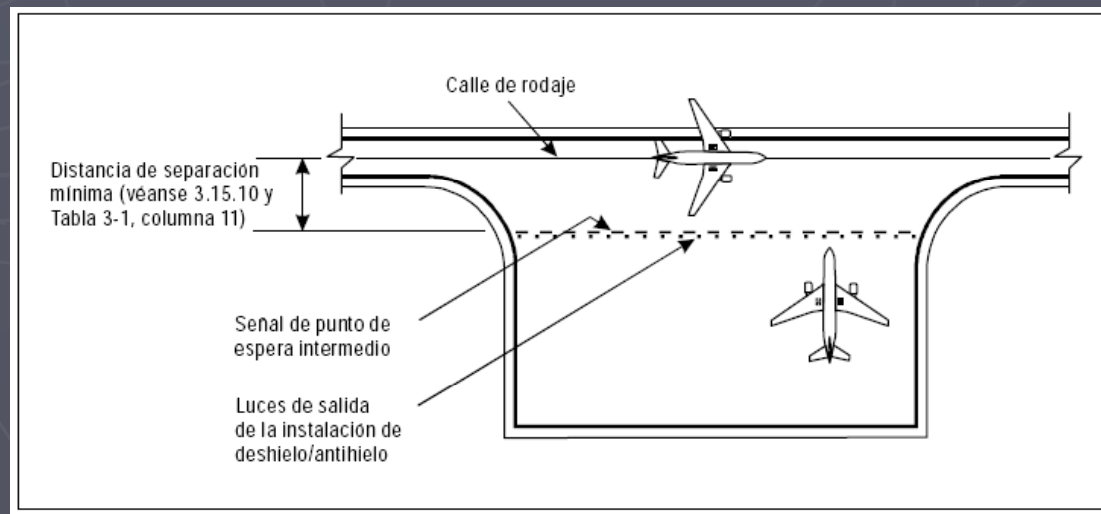
## 5.3.20 Luces de punto de espera intermedio

- ▶ 5.3.20.1 Salvo si se ha instalado una barra de parada, se instalarán luces de punto de espera intermedio en los puntos de espera intermedios destinados a ser utilizados en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a un valor de 350 m.
- ▶ 5.3.20.2 **Recomendación.**— *Debería disponerse de luces de punto de espera intermedio en un punto de espera intermedio cuando no haya necesidad de señales de "parada-circule" como las proporcionadas por la barra de parada.*



## 5.3.21 Luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo

- ▶ 5.3.21.1 Recomendación.— *Deberían instalarse luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo en el límite de salida de una instalación de deshielo/antihielo distante contigua a una calle de rodaje.*
- ▶ 5.3.21.3 Las luces de salida de la instalación de deshielo/antihielo consistirán en luces fijas unidireccionales en el pavimento espaciadas a intervalos de 6 m, de color amarillo hacia la dirección de la aproximación al límite de salida, con una distribución de luz similar a la de las luces de eje de calle de rodaje



## 5.3.22 Luces de protección de pista

► 5.3.22.1 Se proporcionarán luces de protección de pista, configuración A, en cada intersección de calle de rodaje/pista asociada con una pista que se prevé utilizar:

► a) en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 550 m donde no esté instalada una barra de parada; y

► b) en condiciones de alcance visual en la pista con valores comprendidos entre 550 m y 1 200 m cuando la densidad del tránsito sea intensa.

5.3.22.16 Las luces de cada elemento de la configuración A se encenderán y apagarán alternativamente.

5.3.22.17 Para la configuración B, las luces adyacentes se encenderán y apagarán alternativamente y las luces alternas se encenderán y apagarán simultáneamente.

5.3.22.18 Las luces se encenderán y apagarán entre 30 y 60 veces por minuto y los períodos de apagado y encendido serán iguales y opuestos en cada luz.

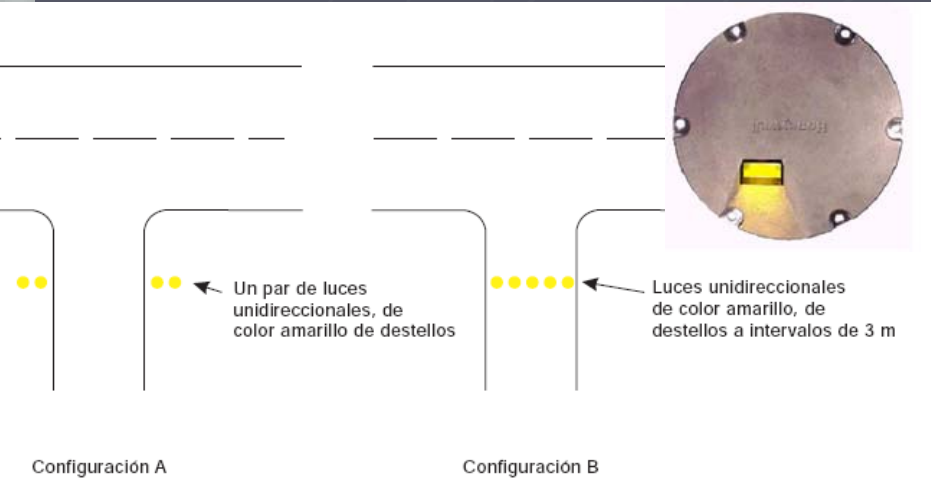
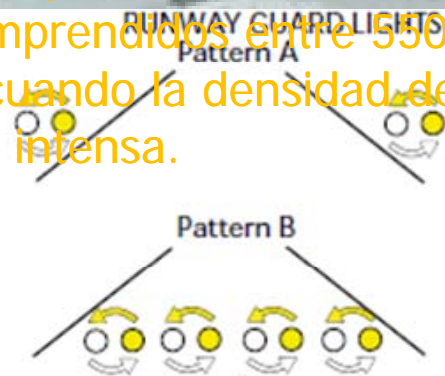


Figura 5-28. Luces de protección de pista

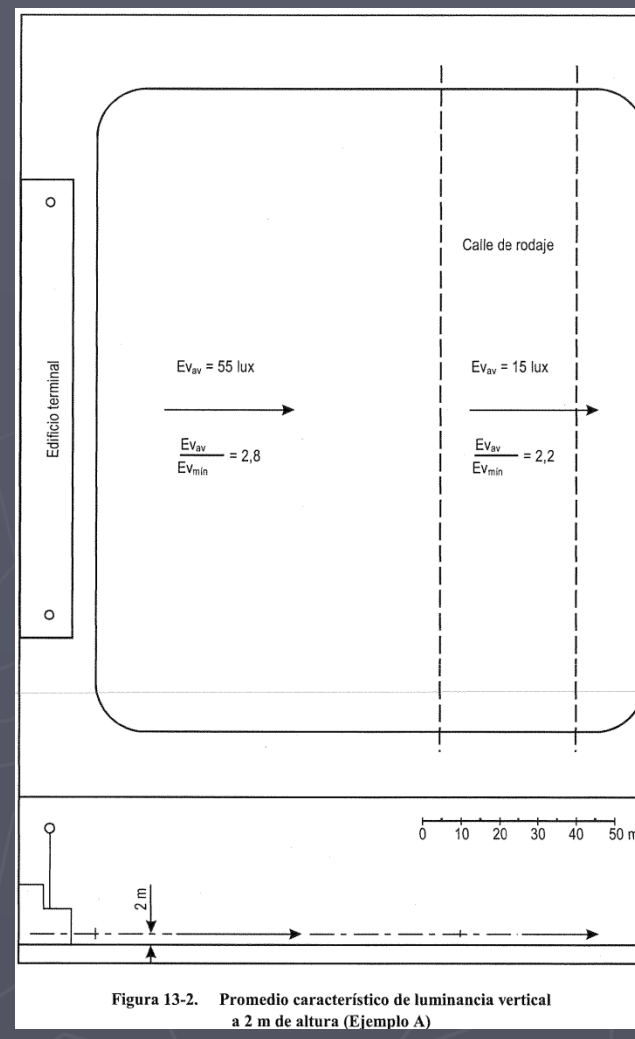
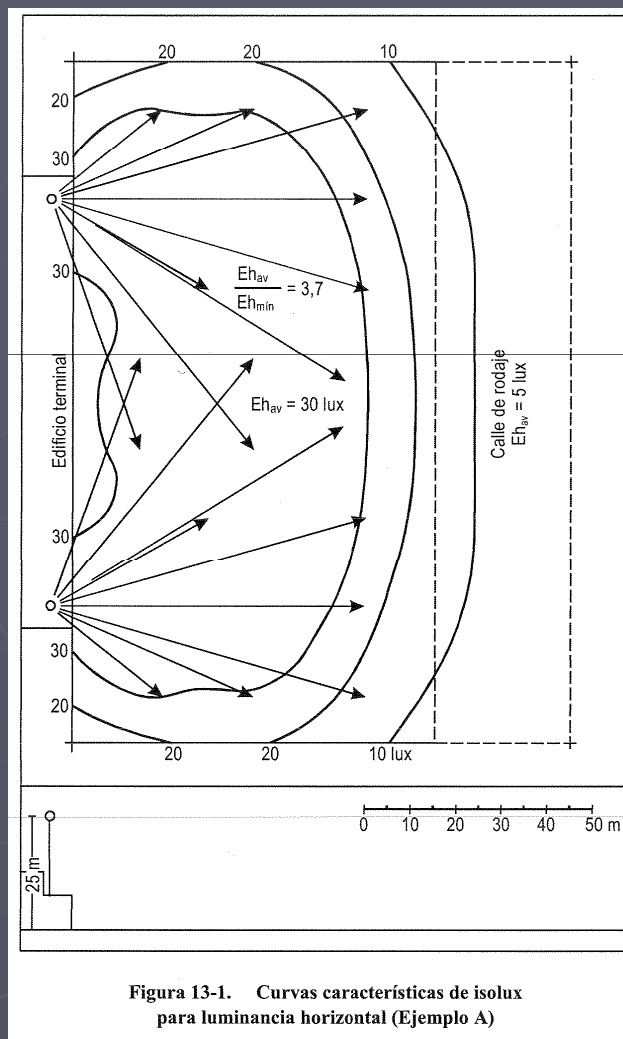
## 5.3.23 Iluminación de plataforma con proyectores

- ▶ 5.3.23.1 Recomendación.— *Debería suministrarse iluminación con proyectores en las plataformas, en las instalaciones de deshielo/antihielo y en los puestos designados para estacionamiento aislado de aeronaves, destinados a utilizarse por la noche.*

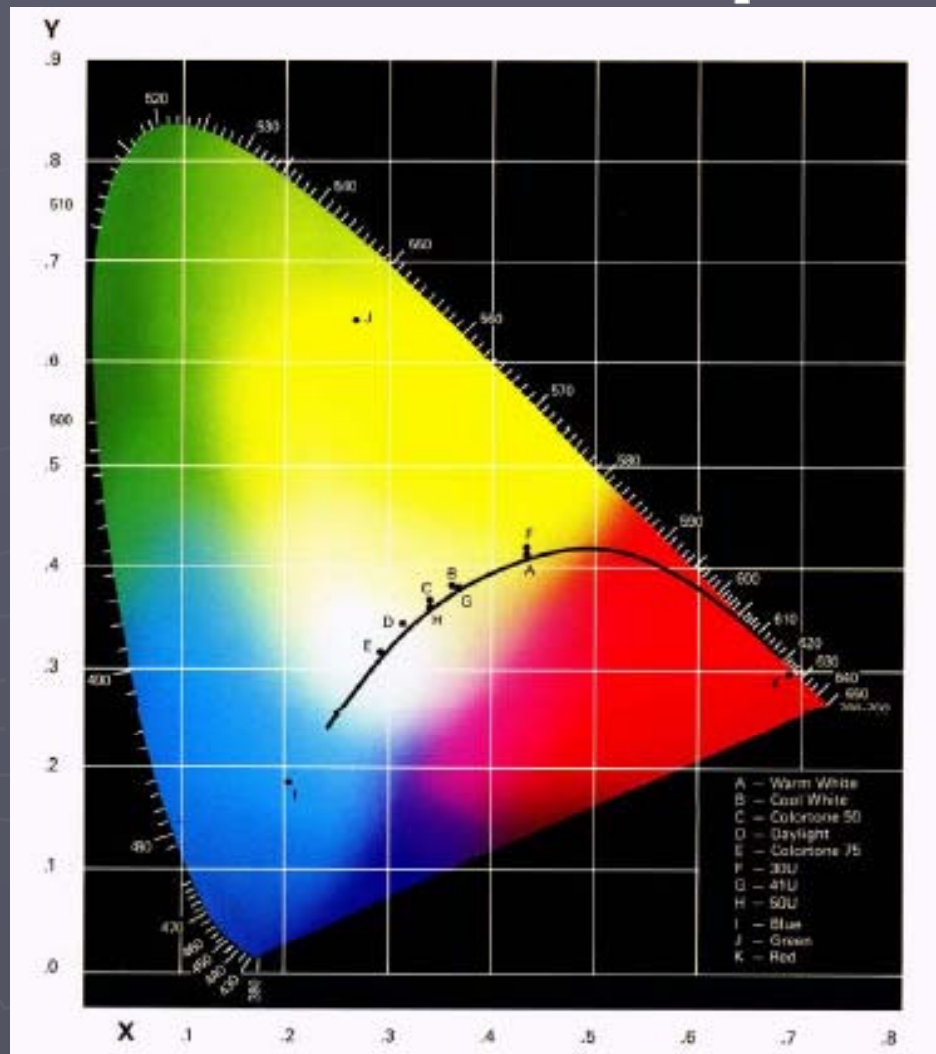


# Doc. 9157 P4 Cap. 13 Iluminación de plataforma con proyectores

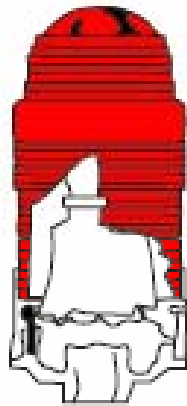
- ▶ 5.3.23.4 Recomendación.— *La iluminación media debería ser por lo menos la siguiente:*
- ▶ *Puesto de estacionamiento de aeronave:*
- ▶ — *iluminación horizontal — 20 lux con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1; e*
- ▶ — *iluminación vertical — 20 lux a una altura de 2 m sobre la plataforma, en las direcciones pertinentes.*
- ▶ *Otras áreas de la plataforma:*
- ▶ — *iluminación horizontal — 50% de la iluminación media en los puestos de estacionamiento de aeronave, con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1.*



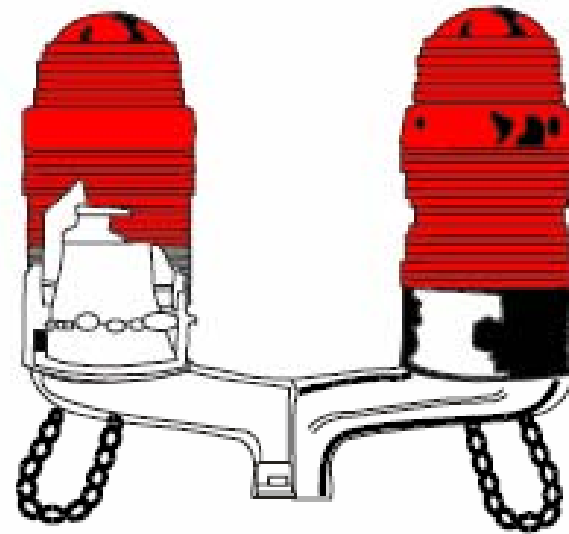
# Cromaticidades de las luces aeronáuticas de superficie



# Luces para iluminación de ostáculos

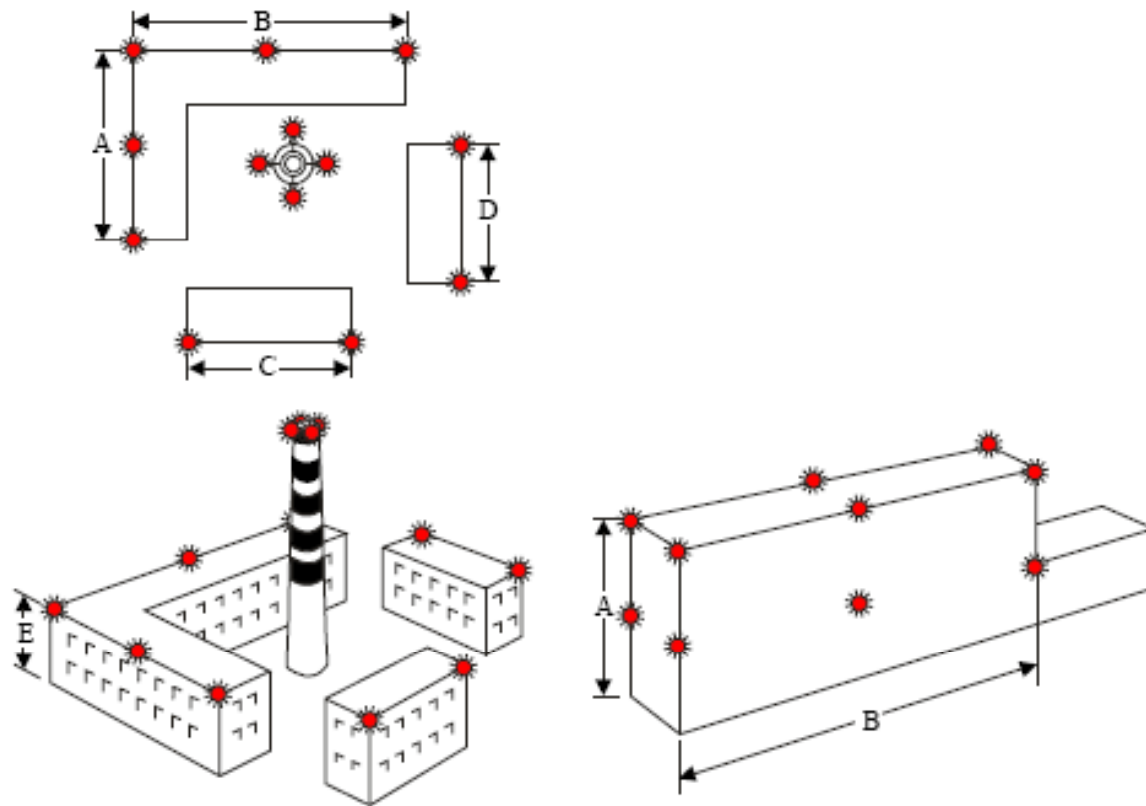


SINGLE STEADY-BURNING LIGHTS,  
FAA-AC 150/5345-43 TYPE L-810,



DOUBLE STEADY-BURNING LIGHTS  
FAA AC 150/5345-43 TYPE L-810.

# Luces para iluminación de ostáculos



A,B = 45M - 90M (150FT - 300FT)  
C,D,E < 45M (150FT)

# Luces para iluminación de ostáculos





▶ GRACIAS POR SU ATENCIÓN

[carlos.gpp@gmail.com](mailto:carlos.gpp@gmail.com)