

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

CA : CA-AGA-154-005
APROBADA EL : 21/01/2025
EDICIÓN : PRIMERA
EMITIDA POR : SRVSOP

ASUNTO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SOBRE COLORES DE LAS AYUDAS VISUALES Y CARACTERÍSTICAS DE INTENSIDAD DE LAS LUCES AERONÁUTICAS.

Sección A – PROPÓSITO

La presente circular de asesoramiento (CA) contiene material explicativo e informativo (MEI) y métodos aceptables de cumplimiento (MAC), relativos a las especificaciones técnicas relacionados a los colores de señales, luces aeronáuticas, letreros y tableros, así como a las características de intensidad de las luces aeronáuticas.

ADVERTENCIA: Esta CA no introduce requisitos u obligaciones adicionales aquellas dispuestas en los LAR. En caso de que haya conflicto entre las orientaciones contenidas en esta CA y el texto de los LAR, vale lo que está dispuesto en el reglamento.

Sección B – ALCANCE

El alcance está orientado a proporcionar:

- a. Especificaciones técnicas que definen los límites de cromaticidad de los colores de las luces aeronáuticas de superficie y de las señales, letreros y tableros.
- b. Especificaciones técnicas que definen las intensidades mínimas admisibles de las luces aeronáuticas a través de diagramas que representan la distribución de la intensidad luminosa en diferentes direcciones desde una fuente de luz.
- c. Proporcionar material suplementario (orientaciones) relativas a la verificación del cumplimiento de los requisitos sobre cromaticidad de ayudas visuales e intensidad de luces aeronáuticas, establecidos en los capítulos E y F del LAR 154.
- d. Proporcionar orientación para el cumplimiento de los requisitos sobre intensidad de luces aeronáuticas para el mantenimiento de ayudas visuales, establecidos en el capítulo G del LAR 153.

Sección C – INTRODUCCIÓN

- a. El Estado-miembro del SRVSOP, para incorporar esta Circular de Asesoramiento como su material guía a los operadores/explotadores de aeródromos, debería ajustar el texto para su contexto, y complementar las informaciones con orientaciones adicionales a los operadores/explotadores de acuerdo las reglas y trámites establecidos por la AAC.
- b. La sección 154.405, párrafos (d) a (f), del LAR 154 dispone que las señales en el área de movimiento de los aeródromos sean de colores específicos según su ubicación y finalidad. El párrafo (d) establece que las señales de pista serán blancas, mientras que el párrafo (e) dispone que las señales de calle de rodaje, las señales de plataforma de viraje en la pista y las señales de los puestos de estacionamiento de aeronaves serán amarillas. En el párrafo (f) se indica que el color de las líneas de seguridad en las plataformas sea de un color que contraste con el utilizado para las señales de puestos de estacionamiento de aeronaves.

- c. Por otra parte, en el LAR 154.401 (b) se dispone que en la torre de control de cada aeródromo controlado se cuente con una lámpara de señales que emita indistintamente señal de colores, roja, verde y blanca.
- d. A su vez, la sección LAR 154.429 estipula que la intensidad de la iluminación de pista será adecuada para las condiciones mínimas de visibilidad y luz ambiente en que se utilice la pista. Adicionalmente, cuando exista un sistema de iluminación de aproximación, la intensidad de la iluminación de pista será compatible con la de las luces de la sección más próxima del sistema de iluminación de aproximación. De igual forma, las secciones LAR 154.432 y 154.433 estipula las características que los sistemas de iluminación de aproximación y los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación deben cumplir, incluyendo las especificaciones de intensidad de las luces. Asimismo, las secciones LAR 154.436 sobre luces de borde de pista, LAR 154.437 sobre luces de umbral y barra de ala, LAR 154.438 sobre luces de extremo de pista, LAR 154.439 sobre luces de eje de pista, LAR 154.440 sobre luces de zona de toma de contacto, LAR 154.442 sobre luces indicadoras de calle de salida rápida, LAR 154.444 sobre luces de eje de calle de rodaje, LAR 154.446 sobre luces de plataforma de viraje en la pista, LAR 154.447 sobre luces de barra de parada, 154.450 sobre luces de protección de pista, 154.451 sobre luces de barra de prohibición de acceso, 154.452 sobre luces de situación de la pista, establecen las especificaciones relativas a la intensidad de las luces.
- e. Por otra parte, en el LAR 153.705 se establecen las especificaciones dirigidas a definir los objetivos para los niveles de mantenimiento de las ayudas visuales, particularmente la intensidad de las luces aeronáuticas.
- f. Igualmente, en LAR 77.305 se determina que las luces de obstáculo deben ajustarse a especificaciones de cromaticidad e intensidad, en función del tipo de luz aplicable a cada caso particular.
- g. En el Apéndice 1 de esta Circular se encuentran las especificaciones técnicas sobre colores de las luces aeronáuticas de superficie, y de las señales, letreros y tableros.
- h. En el Apéndice 2 de esta Circular se encuentran las especificaciones técnicas sobre características de las luces aeronáuticas de superficie.

Sección D - METODOS ACEPTABLES DE CUMPLIMIENTO (MAC) Y MATERIAL EXPLICATIVO E INFORMATIVO (MEI)

MAC: 154.405(d), (e) y (f) del LAR 154. Colores de señales [Anexo 14, Volumen I, SARPS 5.1.2.3, 5.2.1.4, 5.2.1.5, 5.2.1.6, Apéndice 1 Sección 3]

- a. La pintura de las señales debería atender a las especificaciones relativas a los colores de superficie que figuran en el Apéndice 1 de esta Circular, las mismas que se aplican únicamente a las superficies pintadas recientemente. Generalmente, los colores empleados para las señales, letreros y tableros varían con el tiempo y, en consecuencia, es necesario renovarlos.

MAC: 154.401 (b) del LAR 154. Lámparas de señales [Anexo 14, Volumen I, SARP 5.1.3.2, Apéndice 1 Sección 2]

- a. Para asegurar que los colores de las señales que emita la lámpara de señales dispuesta en la torre de control se ajusten a las especificaciones técnicas, especialmente para que la luz verde utilice el límite restringido de dicho color, debería aplicarse lo especificado en el Apéndice 1 de esta Circular.

MAC: 154.429, 154.432, 154.433, 154.436, 154.437, 154.438, 154.439, 154.440, 154.442, 154.444, 154.446, 154.447, 154.450, 154.451, 154.452 del LAR 154. Luces: intensidad de luces y su control [Anexo 14, Volumen I, SARPS 5.3.1.11, 5.3.1.12, 5.3.4.21, 5.3.4.39,

5.3.5.13, 5.3.5.32, 5.3.9.10, 5.3.10.10, 5.3.10.11, 5.3.11.5, 5.3.12.8, 5.3.13.6, 5.3.14.5, 5.3.15.6, 5.3.17.9, 5.3.17.10, 5.3.17.11, 5.3.19.7, 5.3.20.9, 5.3.20.10, 5.3.20.10, 5.3.23.11, 5.3.23.12, 5.3.23.13, 5.3.23.14, 5.3.23.15, 5.3.23.16, 5.3.29.6, 5.3.29.7, 5.3.29.8, 5.3.30.6, 5.3.30.9, Apéndice 2]

- a. Para cumplir los requisitos de intensidad de luces, en el perímetro y en el interior de la elipse que define el haz principal, apéndice 2, figuras A2-1 a A2-10, el valor máximo de la intensidad de la luz no será superior a tres veces el valor mínimo de la intensidad de la luz medido de conformidad con el Apéndice 2, notas comunes de las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26, Nota 2 de esta Circular.
- b. Para cumplir los requisitos de intensidad de luces, en el perímetro y en el interior del rectángulo que define el haz principal, apéndice 2, figuras A2-12 a A2-20, el valor máximo de la intensidad de la luz no será superior a tres veces el valor mínimo de la intensidad de la luz medido de conformidad con el apéndice 2, notas comunes de las figuras A2-12 a A2-21, Nota 2 de esta Circular.
- c. La distribución de la intensidad de la luz de los elementos luminosos de indicación “descienda”, barra de ala y “ascienda” será la indicada en el apéndice 2, figura A2-22 de esta Circular.
- d. La distribución de la intensidad de la luz de los elementos luminosos será la indicada en el apéndice 2, figura A2-23 de esta Circular.
- e. La intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A deberían corresponder a las especificaciones del apéndice 2, figura A2-24 de esta Circular.
- f. Si se prevé que las luces de protección de pista se usen de día, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A deberían corresponder a las especificaciones del apéndice 2, figura A2-25 de esta Circular.
- g. Cuando las luces de protección de pista estén especificadas como componentes de un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie en que se requieran intensidades luminosas más elevadas, la intensidad de la luz amarilla y las aperturas de haz de las luces de configuración A deberían corresponder a las especificaciones del apéndice 2, figura A2-25 de esta Circular.

MEI: 154.429 del LAR 154 y 153.705 del LAR 153. Orientación Técnica sobre la Intensidad de Luces Aeronáuticas [Anexo 14, Volumen I, SARPS 5.3.1.11, 5.3.1.12, 10.5.1, 10.5.4 Apéndice 2]

- a. El cumplimiento de los requisitos reglamentarios sobre la intensidad de las luces aeronáuticas es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas en los aeródromos. El Apéndice 2 de la presente Circular, concordante con el Apéndice 2 del Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, establece las especificaciones técnicas respecto a la intensidad que las luces aeronáuticas deben tener.
- b. Las especificaciones técnicas sobre intensidad de luces aeronáuticas se basan en diagramas de isocandelas, consistentes en representaciones gráficas que muestran la distribución de la intensidad luminosa de una fuente de luz en diferentes direcciones.
- c. Respecto a las operaciones aéreas en aeropuertos, debe tomarse en cuenta que, 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.

- d. La percepción nítida de una luz depende de la impresión visual recibida del contraste entre la luz y el fondo sobre el que se vea. Para que una luz sea útil al piloto durante el día, cuando está haciendo una aproximación, debe tener una intensidad de por lo menos 2 000 o 3 000 cd, y en el caso de las luces de aproximación es conveniente una intensidad del orden de 20 000 cd. En condiciones de niebla diurna muy luminosa, quizá no sea posible proporcionar luces con intensidad suficiente para que se vean bien. Por otra parte, con tiempo despejado en una noche oscura, puede considerarse conveniente una intensidad del orden de 100 cd para las luces de aproximación, y de 50 cd para las luces de borde de pista. Aun entonces, por la corta distancia a que se observan, los pilotos se han quejado algunas veces de que las luces de borde de pista parecen exageradamente brillantes.
- e. Con niebla, la cantidad de luz difusa es muy grande. Por la noche esta luz difusa aumenta la luminosidad de la niebla sobre el área de aproximación y la pista, hasta el punto de que solo puede obtenerse un pequeño aumento en el alcance visual de las luces aumentando su intensidad a más de 2 000 o 3 000 cd. No debe aumentarse la intensidad de las luces, tratando de aumentar la distancia a la que puedan empezar a verse de noche, hasta un punto en que puedan deslumbrar al piloto a una distancia menor.
- f. De lo que antecede resulta evidente la importancia de ajustar la intensidad de las luces de un sistema de iluminación de aeródromo de acuerdo con las condiciones predominantes del momento, de manera que se obtengan los mejores resultados sin excesivo deslumbramiento, lo que desconcertaría al piloto. El ajuste apropiado de la intensidad depende, en todos los casos, tanto de las condiciones de luminosidad de fondo como de la visibilidad.
- g. Dado que los operadores/explotadores de aeródromos no fabrican luces aeronáuticas, sino que las adquieren de proveedores o fabricantes, es crucial seguir un proceso sistemático para asegurar el cumplimiento de los requisitos reglamentarios sobre intensidad. Para este propósito, a continuación, se enlistan pasos que un operador/explotador de aeródromo o los responsables de proyectos de desarrollo aeroportuario, podrían considerar para establecer sus procedimientos de dotación de luces aeronáuticas.

1. Identificación de Requisitos Específicos

- Determine el tipo de luz requerida (e.g., luces de borde de pista, luces de aproximación, luces indicadoras de obstáculos) y los requisitos específicos sobre intensidad para ese tipo de luz, identificando la figura del Apéndice 2 de la presente Circular que aplica al caso.
- Cada figura muestra un diagrama de isocandelas para cierto tipo de luz aeronáutica, representando la intensidad luminosa en candelas (cd) en función del ángulo de emisión de la luz. El dibujo se basa en un sistema de coordenadas polares, donde cada punto en el diagrama indica la intensidad luminosa en una dirección específica. Los ángulos se miden desde el eje vertical de la fuente luminosa, y las líneas isocandelas conectan puntos con la misma intensidad lumínica.

2. Selección de Proveedores y Productos

- Evalúe las opciones de proveedores de luces aeronáuticas que se tenga a disposición en cada caso.
- Seleccione proveedores que tengan una sólida reputación y experiencia en la fabricación de luces aeronáuticas. Al mismo tiempo, asegúrese de que los productos ofrecidos cumplan con las especificaciones técnicas sobre intensidad de luces establecidas en la presente Circular. Para este fin, solicite a los proveedores la documentación que certifique que sus productos cumplen con dichos estándares. Esto puede incluir certificados

de conformidad, informes de pruebas, catálogos de productos y homologaciones.

- Idealmente, la certificación de cumplimiento de especificaciones de intensidad que presenten los proveedores tendría que hacer referencia a los requisitos establecidos en los LAR del SRVSOP, pero alternativamente también sería aceptable que presenten certificaciones que indiquen que cumple con los estándares del Anexo 14 de la OACI.
- En el Apéndice 3 de esta Circular se proporcionan ejemplos de certificaciones que acreditan el cumplimiento de estándares del Anexo 14 de la OACI.

3. Proceso de Adquisición

- Incluya en los contratos de adquisición las especificaciones técnicas detalladas basadas en los requisitos del Apéndice 2 de esta Circular. Esto asegurará que los productos adquiridos sean conformes desde el inicio.
- De verse por conveniente, establezca condiciones claras para la prueba y aceptación de las luces. Esto puede incluir pruebas de intensidad lumínica.

4. Instalación y mantenimiento

- Asegúrese de que la instalación de las luces se realice según las recomendaciones del fabricante y los requisitos técnicos de los LAR. La correcta instalación es crucial para mantener la intensidad y el rendimiento de las luces.
- Implemente un programa de mantenimiento acorde a lo establecido en el Capítulo G del LAR 153 y considerando la orientación técnica de la Circular CA-AGA-153-001. Esto incluye la realización de inspecciones y verificaciones periódicas para asegurar el cumplimiento continuo de los requisitos reglamentarios.

Sección E – DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- ❖ OACI (2022), Anexo 14 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I - Diseño y operaciones de aeródromos - 9a edición.

FIN

APÉNDICE 1

COLORES DE LAS LUCES AERONÁUTICAS DE SUPERFICIE, Y DE LAS SEÑALES, LETREROS Y TABLEROS

1. Generalidades

Nota de introducción.- Las especificaciones siguientes definen los límites de cromaticidad de los colores de las luces aeronáuticas de superficie y de las señales, letreros y tableros. Estas especificaciones están de acuerdo con las disposiciones de 1983 de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE).

No es posible fijar especificaciones referentes a colores que excluyan toda posibilidad de confusión. Para obtener cierto grado de identificación del color, es importante que la intensidad luminosa recibida por el ojo sea bastante superior al umbral de percepción, de manera que el color no se modifique demasiado por las atenuaciones atmosféricas de carácter selectivo y para que la visión del color por el observador sea adecuada. Existe también el riesgo de confundir los colores cuando el nivel de intensidad luminosa recibida por el ojo sea bastante alto, como el que puede producir una fuente luminosa de gran intensidad observada de muy cerca. La experiencia indica que se pueden distinguir satisfactoriamente los colores si se presta debida atención a estos factores.

Las cromaticidades se expresan de acuerdo con un observador colorimétrico patrón y con el sistema de coordenadas adoptado por la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE), en su octava sesión celebrada en 1931 en Cambridge, Inglaterra.*

Las cromaticidades para la iluminación de estado sólido (p.ej., LED) se basan en los límites establecidos en la norma S 004/E-2001 de la Comisión Internacional de Alumbrado (CIE), a excepción del límite azul del blanco.

2. Colores de las luces aeronáuticas de superficie

2.1. Cromaticidades para luces con fuentes luminosas de tipo filamento

2.1.1 Las cromaticidades de las luces aeronáuticas de superficie estarán comprendidas dentro de los límites siguientes:

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-1):

a) Rojo

Límite púrpura $y = 0,980 - x$

Límite amarillo $y = 0,335$, salvo para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación;

Límite amarillo $y = 0,320$, para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación.

Nota.— Véase LAR 154.433 (n).

b) Amarillo

Límite rojo $y = 0,382$

Límite blanco $y = 0,790 - 0,667x$

Límite verde $y = x - 0,120$

* Véase la publicación Núm. 15, de la CIE, titulada Colorimetry (1971).

c) Verde

$$\text{Límite amarillo } x = 0,360 - 0,080y$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,650y;$$

$$\text{Límite azul } y = 0,390 - 0,171x$$

d) Azul

$$\text{Límite verde } y = 0,805x + 0,065$$

$$\text{Límite blanco } y = 0,400 - x$$

$$\text{Límite púrpura } x = 0,600y + 0,133$$

e) Blanco

$$\text{Límite amarillo } x = 0,500$$

$$\text{Límite azul } x = 0,285$$

$$\text{Límite verde } y = 0,440 \text{ e } y = 0,150 + 0,640x$$

$$\text{Límite púrpura } y = 0,050 + 0,750x \text{ e } y = 0,382$$

f) Blanco variable

$$\text{Límite amarillo } x = 0,255 + 0,750y \text{ e } y = 0,790 - 0,667x$$

$$\text{Límite azul } x = 0,285$$

$$\text{Límite verde } y = 0,440 \text{ e } y = 0,150 + 0,640x$$

$$\text{Límite púrpura } y = 0,050 + 0,750x \text{ e } y = 0,382$$

2.1.2 Recomendación.— En el caso de que no se exija amortiguar la intensidad luminosa, o cuando los observadores cuya visión de los colores sea defectuosa deban poder determinar el color de la luz, las señales verdes deberían estar dentro de los límites siguientes:

$$\text{Límite amarillo } y = 0,726 - 0,726x$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,650y$$

$$\text{Límite azul } y = 0,390 - 0,171x$$

Nota.— Cuando la señal de cromaticidad debe verse desde una distancia considerable, la práctica ha sido utilizar colores dentro de los límites de 2.1.2.

2.1.3 Recomendación.— Cuando un mayor grado de certidumbre de reconocimiento sea más importante que el máximo alcance visual, las señales verdes deben estar dentro de los límites siguientes:

$$\text{Límite amarillo } y = 0,726 - 0,726x$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,625y - 0,041$$

$$\text{Límite azul } y = 0,390 - 0,171x$$

2.2. Distinción entre luces con fuentes luminosas de filamento

2.2.1 **Recomendación.**— Si es necesario que el color amarillo se distinga del blanco, estos colores deben disponerse de forma que se vean muy de cerca uno de otro, en el tiempo o en el espacio, p. ej., por destellos sucesivos del mismo faro.

2.2.2 **Recomendación.**— Si es necesario distinguir el amarillo del verde o del blanco, como p. ej., en las luces de eje de calle de salida, las coordenadas “y” de la luz amarilla no deben exceder de un valor de 0,40.

Nota.- Los límites del blanco se han basado en la suposición de que dichos colores se utilizan en condiciones tales que las características (temperatura de color) de la fuente luminosa son prácticamente constantes.

2.2.3 **Recomendación.**— El color blanco variable solamente se destina al uso en luces cuya intensidad debe variarse, p. ej., para evitar el deslumbramiento. Si debe distinguirse entre este color y el amarillo, las luces deberían concebirse y utilizarse de forma que:

- a) la coordenada x del amarillo sea por lo menos 0,050 mayor que la coordenada x del blanco; y
- b) la disposición de las luces sea tal que las amarillas se vean simultáneamente con las blancas y muy cerca de éstas.

2.3. Cromaticidades para luces con fuente luminosa de estado sólido

2.3.1 Las cromaticidades de las luces aeronáuticas de superficie con fuentes luminosas de estado sólido, p.ej., LED, estarán dentro de los límites siguientes:

Ecuaciones de la CIE (véase la figura A1-1b):

a) Rojo

Límite púrpura $y = 0,980 - x$

Límite amarillo $y = 0,335$, salvo para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

Límite amarillo $y = 0,320$ para sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación

Nota.— Véase LAR 154.433(n).

b) Amarillo

Límite rojo $y = 0,387$

Límite blanco $y = 0,980 - x$

Límite verde $y = 0,727x + 0,054$

c) Verde (véase también 2.3.2 y 2.3.3 de este Apéndice)

Límite amarillo $x = 0,310$

Límite blanco $x = 0,625y - 0,041$

Límite azul $y = 0,400$

d) Azul

$$\text{Límite verde } y = 1,141x + 0,037$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,400 - y$$

$$\text{Límite púrpura } x = 0,134 + 0,590y$$

e) Blanco

$$\text{Límite amarillo } x = 0,440$$

$$\text{Límite azul } x = 0,320$$

$$\text{Límite verde } y = 0,150 + 0,643x$$

$$\text{Límite púrpura } y = 0,050 + 0,757x$$

f) Blanco variable

Los límites del blanco variable para fuentes luminosas de estado sólido son los de e) Blanco.

2.3.2 Recomendación.— Cuando los observadores cuya visión de los colores sea defectuosa deban poder determinar el color de la luz, las señales verdes deberían estar dentro de los límites siguientes:

$$\text{Límite amarillo } y = 0,726 - 0,726x$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,625y - 0,041$$

$$\text{Límite azul } y = 0,400$$

2.3.3 Recomendación.— A fin de evitar una amplia variación de matices de verde, si se seleccionan los colores que están dentro de los límites especificados a continuación, no deberían utilizarse los colores dentro de los límites de 2.3.2.

$$\text{Límite amarillo } x = 0,310$$

$$\text{Límite blanco } x = 0,625y - 0,041$$

$$\text{Límite azul } y = 0,726 - 0,726x$$

2.4 Medición de color para las fuentes luminosas de tipo filamento y de tipo de estado sólido

2.4.1 El color de las luces aeronáuticas de superficie se verificará considerándolo dentro de los límites de la Figura 11 mediante la medición en cinco puntos dentro del área delimitada por la curva de isocandela más al interior (véanse los diagramas de isocandela del Apéndice 2), en funcionamiento a la corriente o tensión nominal. En el caso de curvas de isocandela elípticas o circulares, la medición de color se efectuará en el centro y en los límites horizontal y vertical. En el caso de curvas de isocandela rectangulares, la medición de color se efectuará en el centro y los límites de las diagonales (esquinas). Además se verificará el color de la luz en la curva de isocandela más al exterior para asegurar que no haya un desplazamiento cromático que pueda hacer que el piloto confunda la señal.

Nota 1.- Para la curva de isocandela más al exterior, debe efectuarse y registrarse una medición de las coordenadas de color para someterla al examen y criterios de aceptabilidad de las autoridades pertinentes.

Nota 2.- Es posible que algunos elementos luminosos se utilicen de modo que puedan ser percibidos y utilizados por los pilotos desde direcciones más allá de aquella de la curva de isocandela más al

exterior (p. ej., luces de barra de parada en puntos de espera en la pista significativamente anchos). En tales casos, las autoridades locales deben evaluar la aplicación real y, si es necesario, exigir una verificación del desplazamiento cromático en ángulos más allá de la curva más exterior.

2.4.2 En el caso de los indicadores visuales de pendiente de aproximación y otros elementos luminosos con un sector de transición de color, el color se medirá en puntos de conformidad con 2.2.4, excepto en cuanto a que las áreas de color se considerarán separadamente y ningún punto estará dentro de 0,5° del sector de transición.

3. Colores de las señales, letreros y tableros

Nota 1.- Las especificaciones de los colores de superficie que figuran a continuación se aplican únicamente a las superficies pintadas recientemente. Generalmente, los colores empleados para las señales, letreros y tableros varían con el tiempo y, en consecuencia, es necesario renovarlos.

Nota 2.- El documento de la CIE que lleva por título "Recommendations for Surface Colours for Visual Signalling" (Recomendaciones para colores de superficie para la señalización visual) - Publicación Núm. 39-2 (TC-106) 1983, contiene orientación sobre los colores de superficie.

Nota 3.- Las especificaciones recomendadas en 3.4 respecto a paneles transiluminados son de carácter provisional y se basan en las especificaciones CIE para letreros transiluminados. Se tiene la intención de examinar y actualizar estas especificaciones en la forma y en el momento en que la CJE prepare las correspondientes a los paneles transiluminados.

3.1 Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores ordinarios, colores de los materiales retrorreflectantes y colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) se determinarán en las condiciones tipo siguientes:

- a) ángulo de iluminación: 45°;
- b) direcciones de la visual: perpendicular a la superficie; y
- c) iluminante: patrón D₆₅ de la CIE.

3.2 **Recomendación.**— *Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores ordinarios para las señales y los letreros y tableros iluminados exteriormente deben estar dentro de los límites siguientes cuando se determinen en las condiciones tipo:*

Ecuaciones de la CIE (véase la Figura A1-2):

a) Rojo

$$\text{Límite púrpura} \quad y = 0,345 - 0,051x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite anaranjado} \quad y = 0,314 + 0,047x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,07 \text{ (mín)}$$

b) Anaranjado

$$\text{Límite rojo} \quad y = 0,285 + 0,100x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,940 - x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,250 + 0,220x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,20 \text{ (mín)}$$

c) Amarillo

$$\text{Límite anaranjado} \quad y = 0,108 + 0,707x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite verde} \quad y = 1,35x - 0,093$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,45 \text{ (mín)}$$

d) Blanco

$$\text{Límite púrpura} \quad y = 0,010 + x$$

$$\text{Límite azul} \quad y = 0,610 - x$$

$$\text{Límite verde} \quad y = 0,030 + x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,710 - x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,75 \text{ (mín)}$$

e) Negro

$$\text{Límite púrpura} \quad y = x - 0,030$$

$$\text{Límite azul} \quad y = 0,570 - x$$

$$\text{Límite verde} \quad y = 0,050 + x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,740 - x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,03 \text{ (máx)}$$

f) Verde amarillento

$$\text{Límite verde} \quad y = 1,317x + 0,4$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,867x + 0,4$$

g) Verde

$$\text{Límite amarillo:} \quad x = 0,313$$

$$\text{Límite blanco:} \quad y = 0,243 + 0,670x$$

$$\text{Límite azul:} \quad y = 0,493 - 0,524x$$

$$\text{Factor de luminancia:} \quad \beta = 0,10 \text{ (mín)}$$

Nota.— La pequeña separación que existe entre el rojo de superficie y el anaranjado de superficie no es suficiente para asegurar la distinción de estos colores cuando se ven separadamente.

3.3 Recomendación.— Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores de los materiales retrorreflectantes para las señales de superficie, deberían estar dentro de los límites enumerados a continuación, cuando se determinen en las condiciones tipo.

Ecuaciones de la CIE (véase la figura A1-3):

a) Rojo

$$\text{Límite púrpura} \quad y = 0,345 - 0,051x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite anaranjado} \quad y = 0,314 + 0,047x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,03 \text{ (mín)}$$

b) Anaranjado

$$\text{Límite rojo} \quad y = 0,265 + 0,205x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,207 + 0,390x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,14 \text{ (mín)}$$

c) Amarillo

$$\text{Límite anaranjado} \quad y = 0,160 + 0,540x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,910 - x$$

$$\text{Límite verde} \quad y = 1,35x - 0,093$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,16 \text{ (mín)}$$

d) Blanco

$$\text{Límite púrpura} \quad y = x$$

$$\text{Límite azul} \quad y = 0,610 - x$$

$$\text{Límite verde} \quad y = 0,040 + x$$

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,710 - x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,27 \text{ (mín)}$$

e) Azul

$$\text{Límite verde} \quad y = 0,118 + 0,675x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,370 - x$$

$$\text{Límite púrpura} \quad y = 1,65x - 0,187$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,01 \text{ (mín)}$$

f) Verde

$$\text{Límite amarillo} \quad y = 0,711 - 1,22x$$

$$\text{Límite blanco} \quad y = 0,243 + 0,670x$$

$$\text{Límite azul} \quad y = 0,405 - 0,243x$$

$$\text{Factor de luminancia} \quad \beta = 0,03 \text{ (mín)}$$

3.4 Recomendación.— Los factores de cromaticidad y luminancia de los colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) o luminiscentes deberían estar dentro de los límites enumerados a continuación, cuando se determinen en las condiciones tipo.

Ecuaciones de la CIE (véase la figura A1-4):

a) Rojo

Límite púrpura $y = 0,345 - 0,051x$

Límite blanco $y = 0,910 - x$

Límite anaranjado $y = 0,314 + 0,047x$

Factor de luminancia

(condiciones diurnas) $\beta = 0,07$ (mín)

Luminancia relativa al blanco 5 % (mín)

(condiciones nocturnas) 20 % (máx)

b) Amarillo

Límite anaranjado $y = 0,108 + 0,707x$

Límite blanco $y = 0,910 - x$

Límite verde $y = 1,35x - 0,093$

Factor de luminancia

(condiciones diurnas) $\beta = 0,45$ (mín)

Luminancia relativa al blanco 30 % (mín)

(condiciones nocturnas) 80 % (máx)

c) Blanco

Límite púrpura $y = 0,010 + x$

Límite azul $y = 0,610 - x$

Límite verde $y = 0,030 + x$

Límite amarillo $y = 0,710 - x$

Factor de luminancia

(condiciones diurnas)

Luminancia relativa al blanco $\beta = 0,75$ (mín)

(condiciones nocturnas) 100 %

d) Negro

Límite púrpura $y = x - 0,030$

Límite azul $y = 0,570 - x$

Límite verde $y = 0,050 + x$

Límite amarillo $y = 0,740 - x$

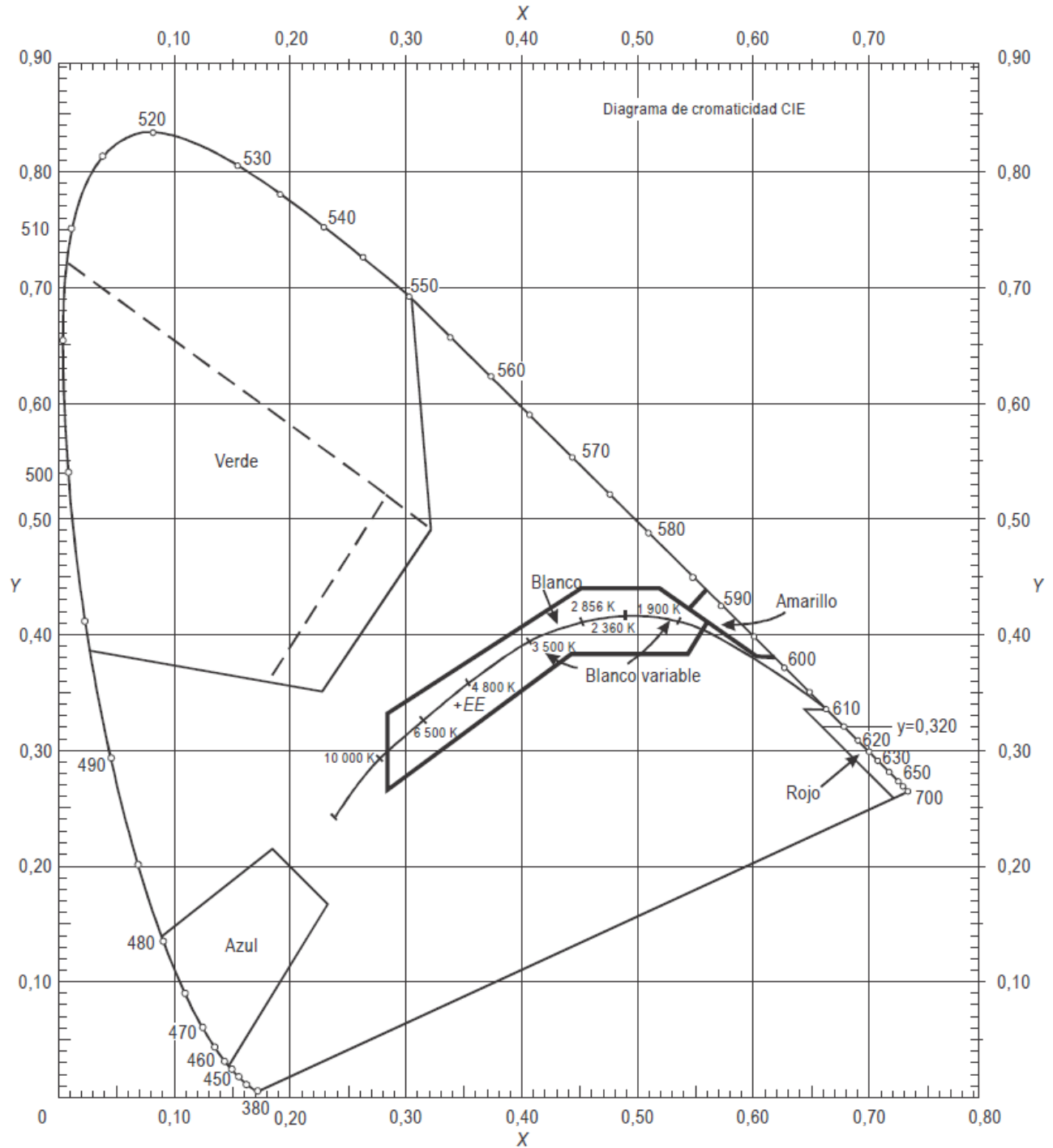
Factor de luminancia

<i>(condiciones diurnas)</i>	$\beta = 0,03$ (máx)
<i>Luminancia relativa al blanco</i>	0 % (mín)
<i>(condiciones nocturnas)</i>	2 % (máx)

e) Verde

<i>Límite amarillo:</i>	$x = 0,313$
<i>Límite blanco:</i>	$y = 0,243 + 0,670x$
<i>Límite azul:</i>	$y = 0,493 - 0,524x$
<i>Factor de luminancia:</i>	$\beta = 0,10$ mínimo (de día)
<i>Luminancia relativa al blanco</i>	5 % (mínimo)
<i>(condiciones nocturnas)</i>	30 % (máximo)

Figura A1-1a. Colores de luces aeronáuticas de superficie (lámparas de tipo filamento)



**Figura A1-1b. Colores de luces aeronáuticas de superficie
(iluminación de estado sólido)**

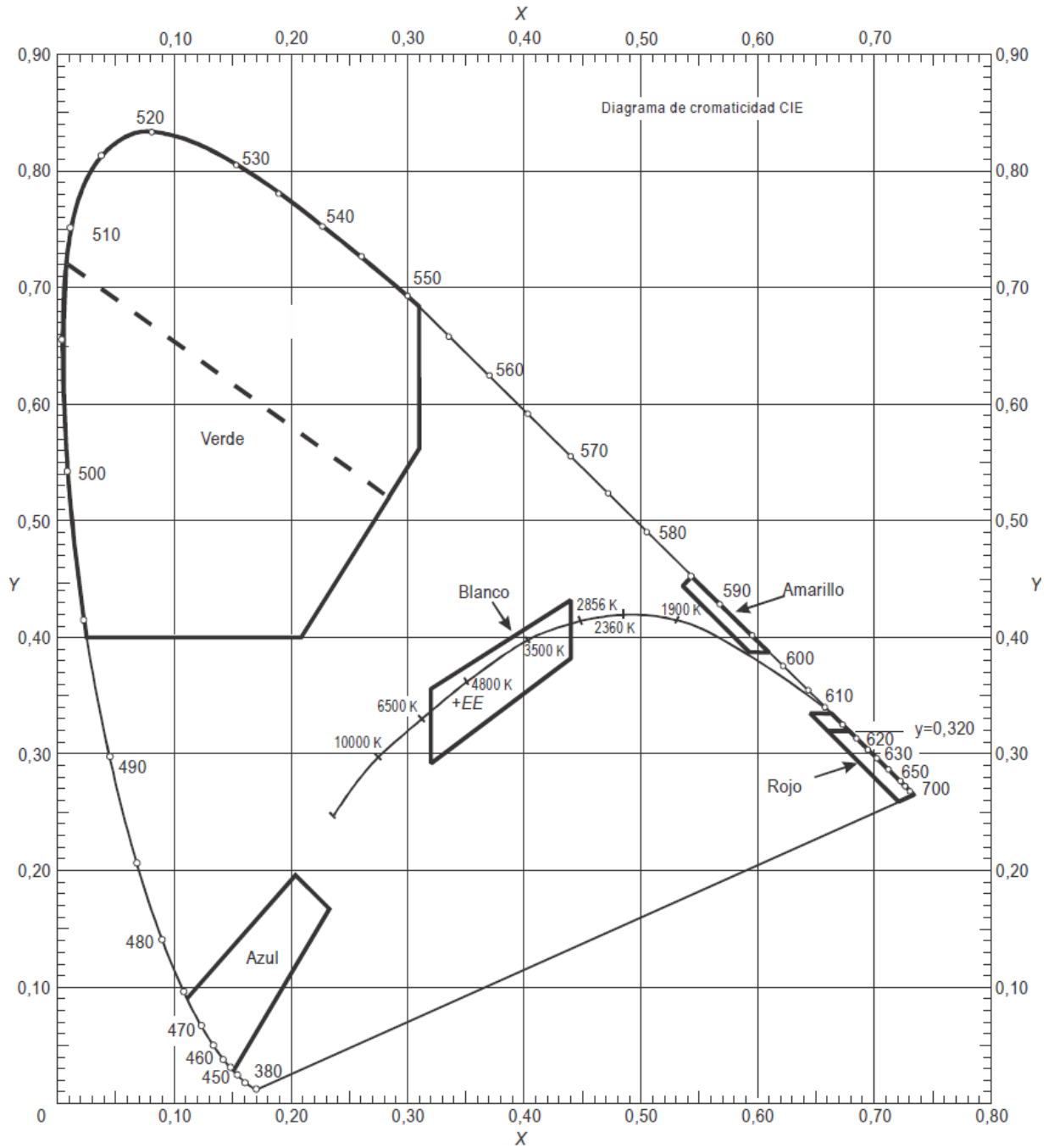


Figura A1-2. Colores ordinarios para las señales y los letreros y tableros con iluminación externa

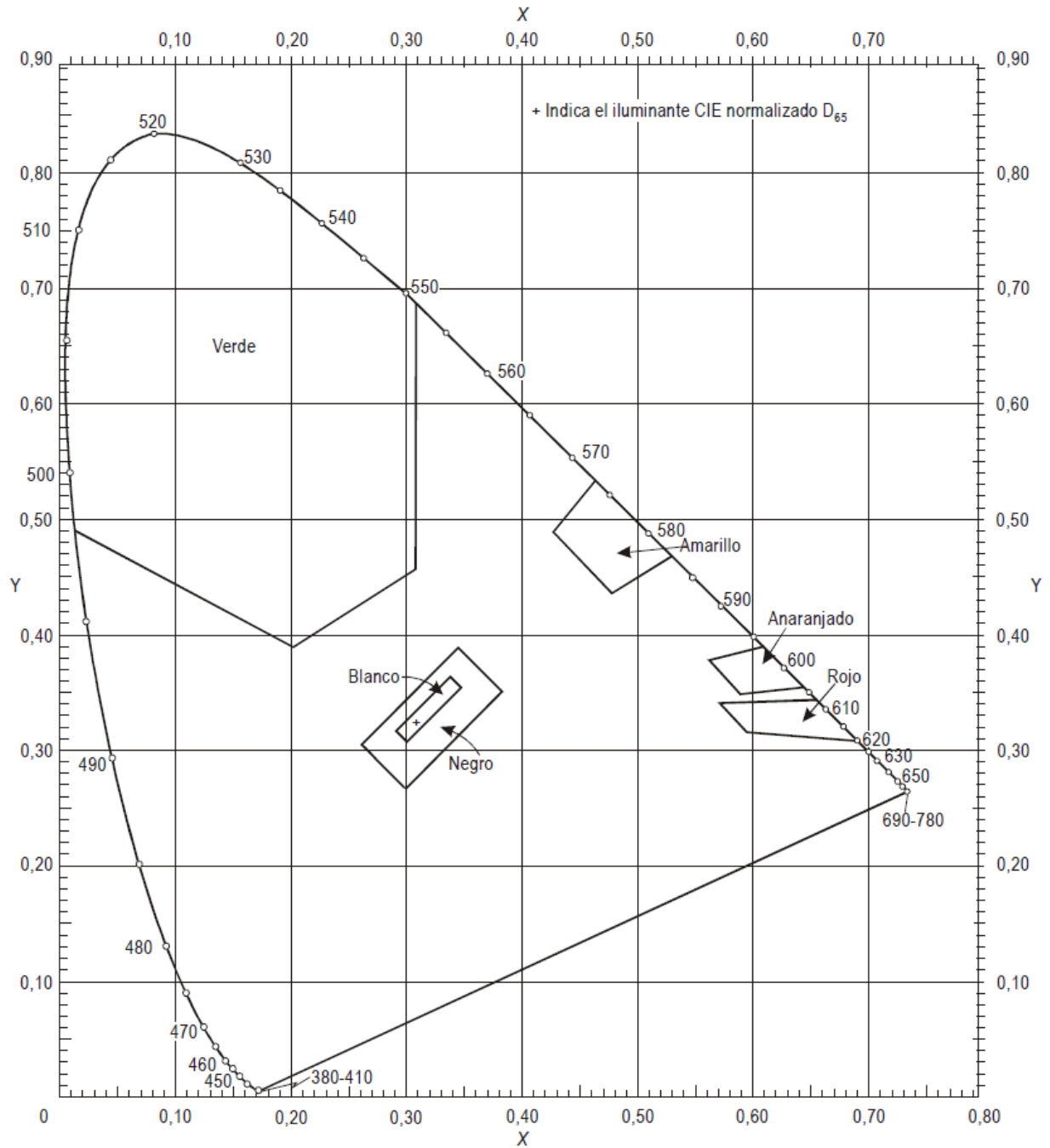


Figura A1-3. Colores de los materiales retrorreflectantes para las señales, letreros y tableros

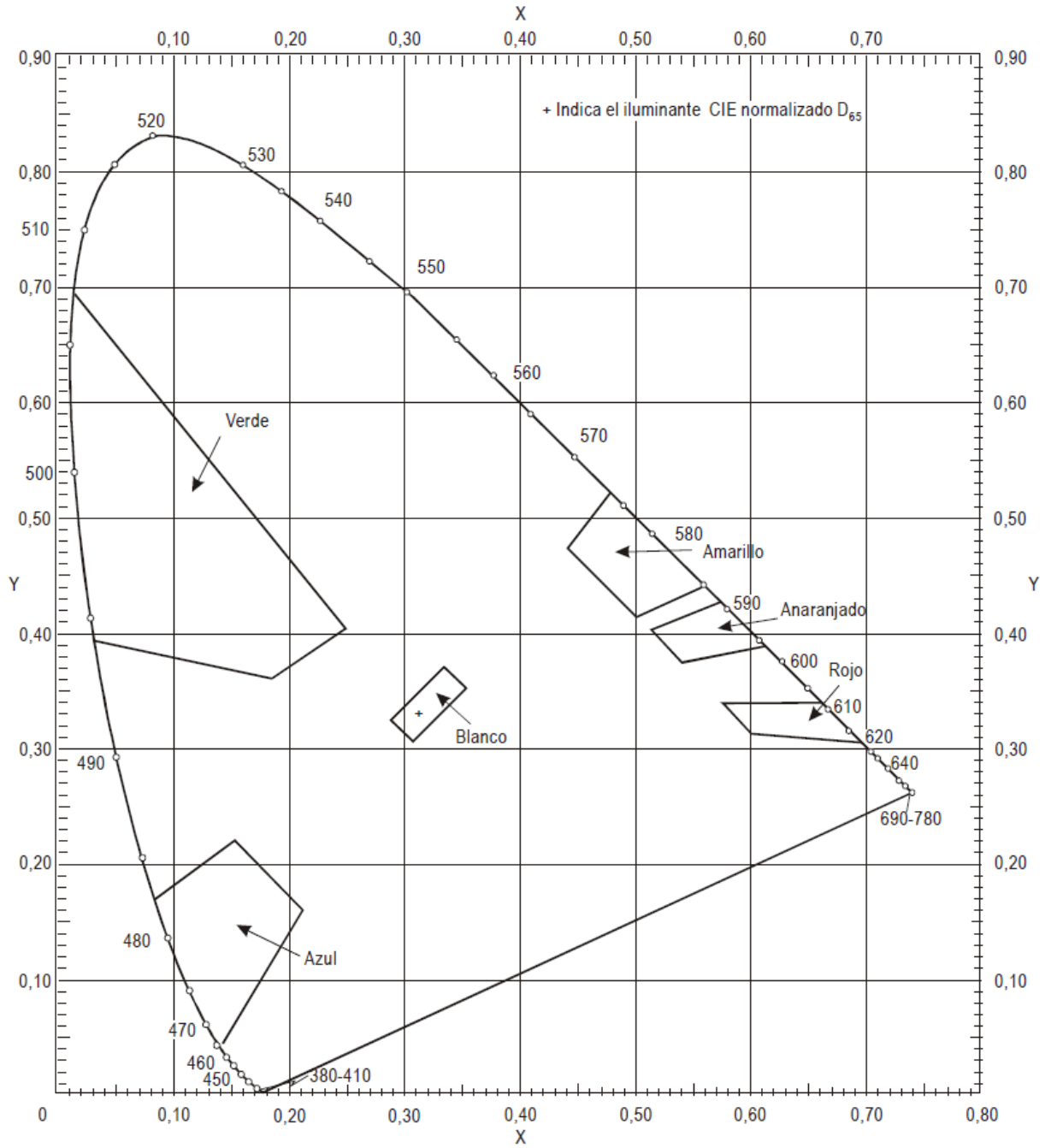
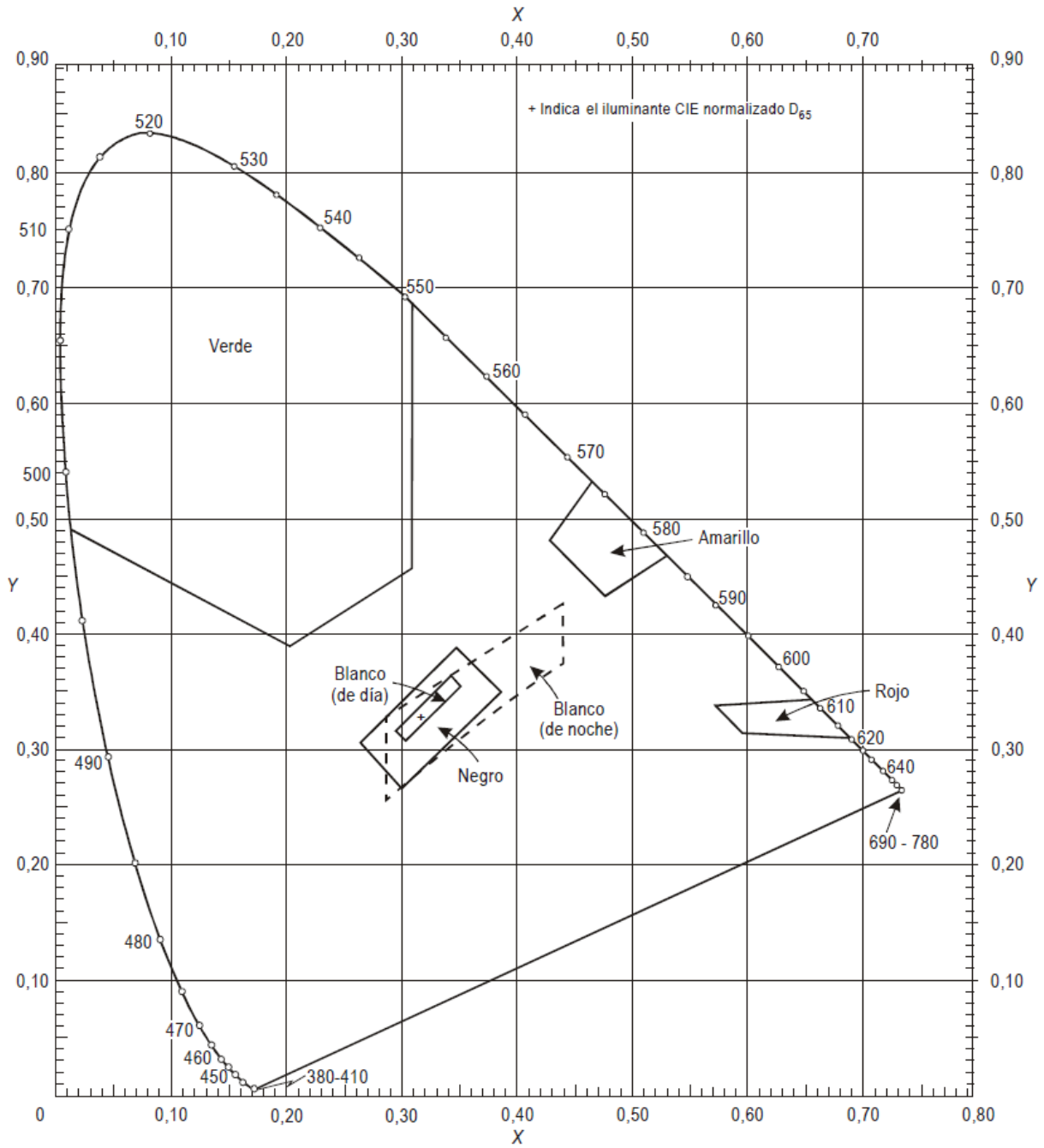


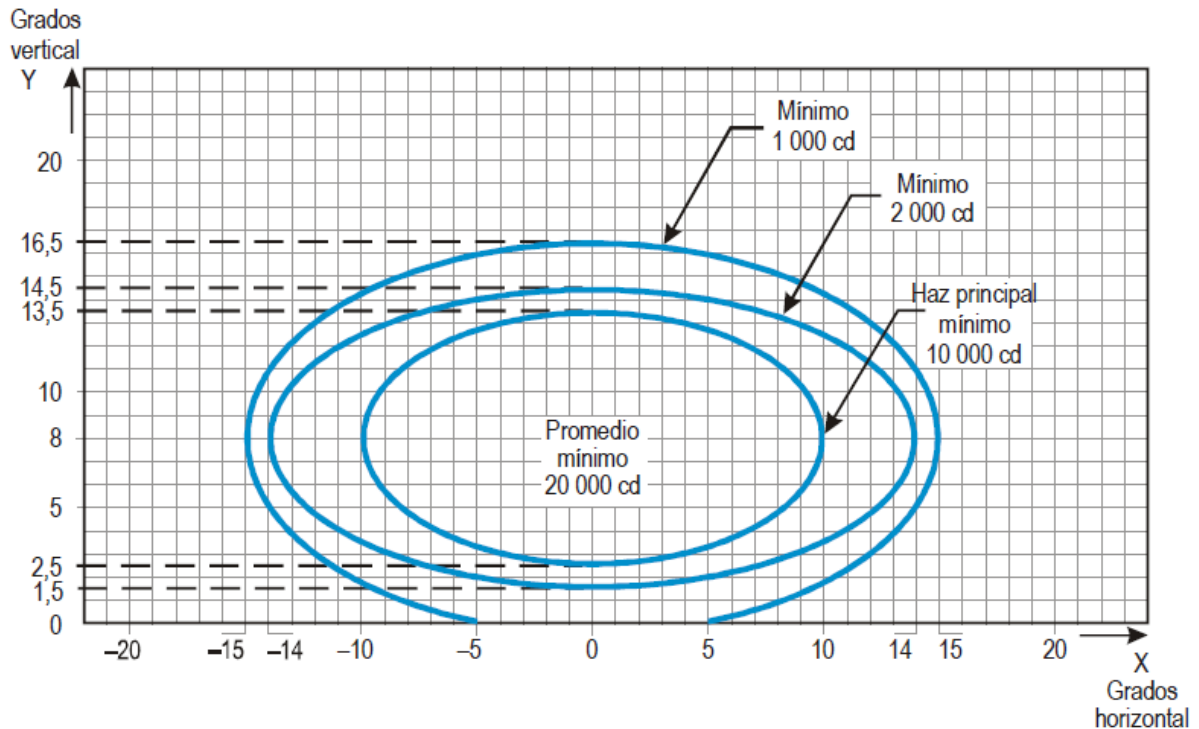
Figura A1-4. Colores de los letreros y tableros transiluminados (iluminación interna) o luminiscentes



APÉNDICE 2

CARACTERÍSTICAS DE LAS LUCES AERONÁUTICAS DE SUPERFICIE

Figura A2-1. Diagrama de isocandelas para las luces de eje y barras transversales de aproximación (luz blanca)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

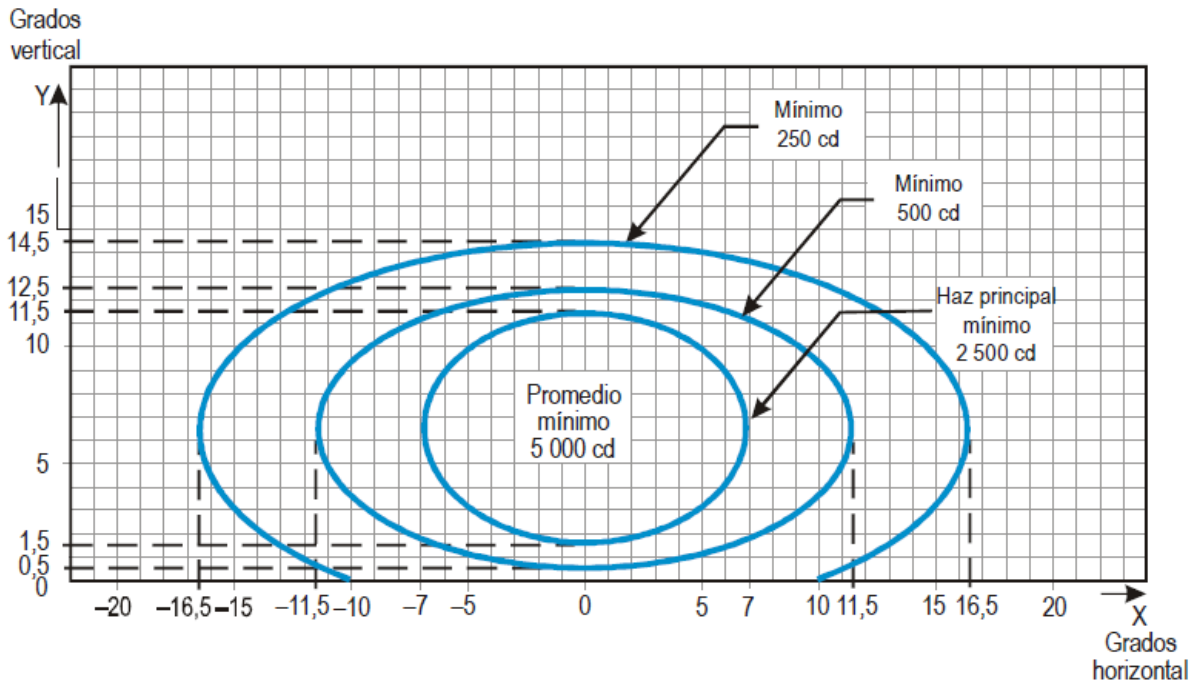
a	10	14	15
b	5,5	6,5	8,5

2. Los ángulos de reglaje de las luces en sentido vertical serán tales que el haz principal satisfaga las condiciones siguientes de cobertura en el plano vertical:

distancia al umbral	cobertura vertical del haz principal
del umbral a 315 m	0° — 11°
316 m a 475 m	0,5° — 11,5°
476 m a 640 m	1,5° — 12,5°
641 m y más	2,5° — 13,5° (según la figura)

3. Las luces de las barreras transversales a más de 22,5 m del eje tendrán una convergencia de 2°. Las demás luces estarán en una paralela al eje de la pista.
4. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-1. Diagrama de isocandelas para las luces de la fila lateral de aproximación (luz roja)



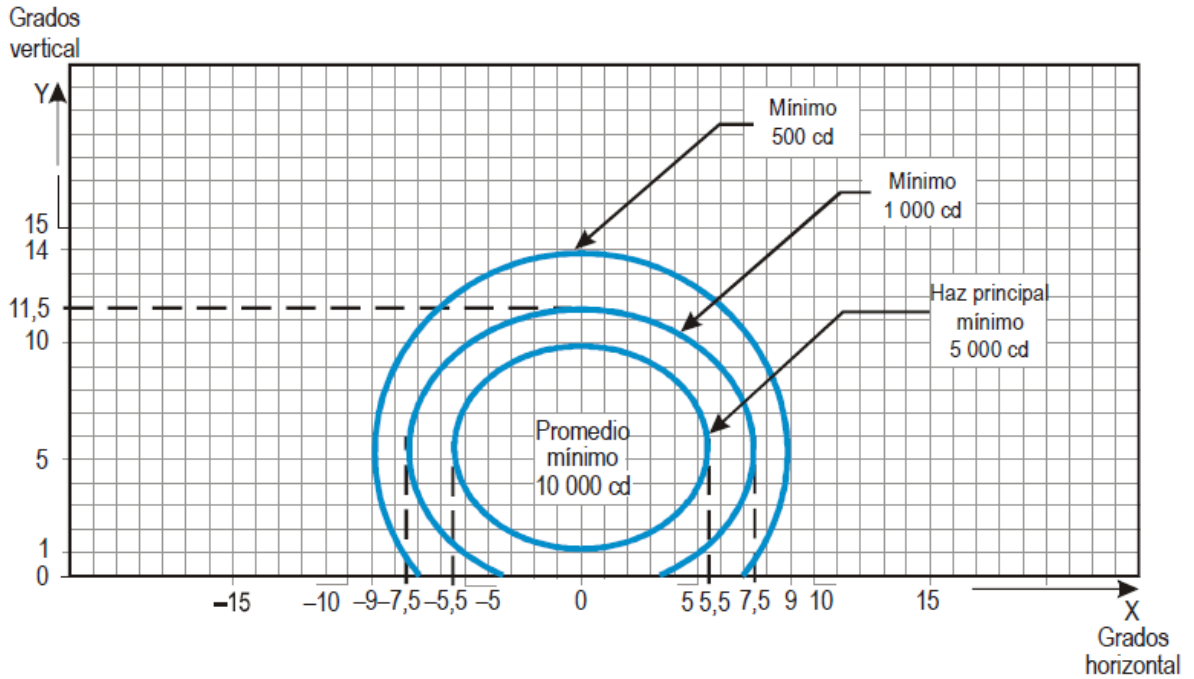
Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	7,0	11,5	16,5
b	5,0	6,0	8,0
2. Convergencia de 2°
3. Los ángulos de reglaje de las luces en sentido vertical serán tales que el haz principal satisfaga las siguientes condiciones de cobertura en el plano vertical:

distancia al umbral	cobertura vertical del haz principal
del umbral a 115 m	0,5° — 10,5°
116 m a 215 m	1° — 11°
216 m y más	1,5° — 11,5° (según la figura)
4. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-3. Diagrama de isocandelas para las luces de umbral (luz verde)



Notas:

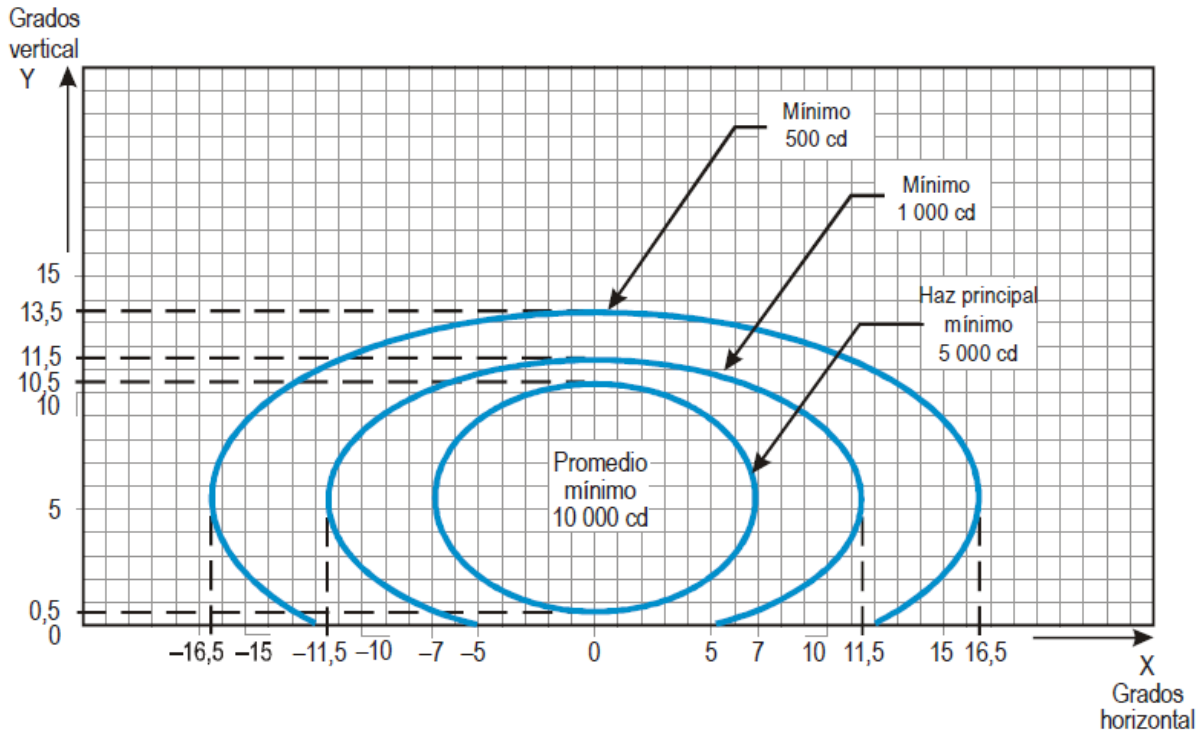
1. Curvas calculadas según la fórmula

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

a	5,5	7,5	9,0
b	4,5	6,0	8,5

2. Convergencia de 3,5°
3. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-4. Diagrama de isocandelas para las luces de barra de ala de umbral (luz verde)



Notas:

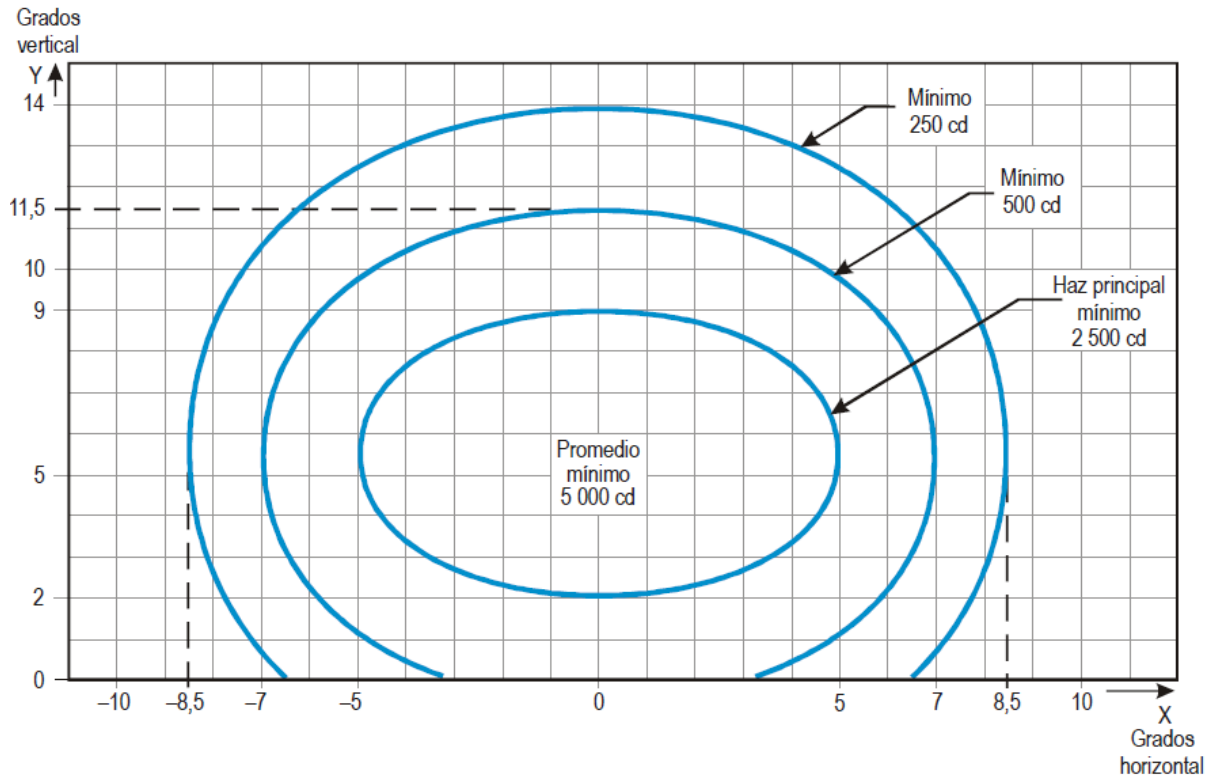
1. Curvas calculadas según la fórmula

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

a	7,0	11,5	16,5
b	5,0	6,0	8,0

2. Convergencia de 2º
3. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-5. Diagrama de isocandelas para las luces de toma de contacto (luz blanca)



Notas:

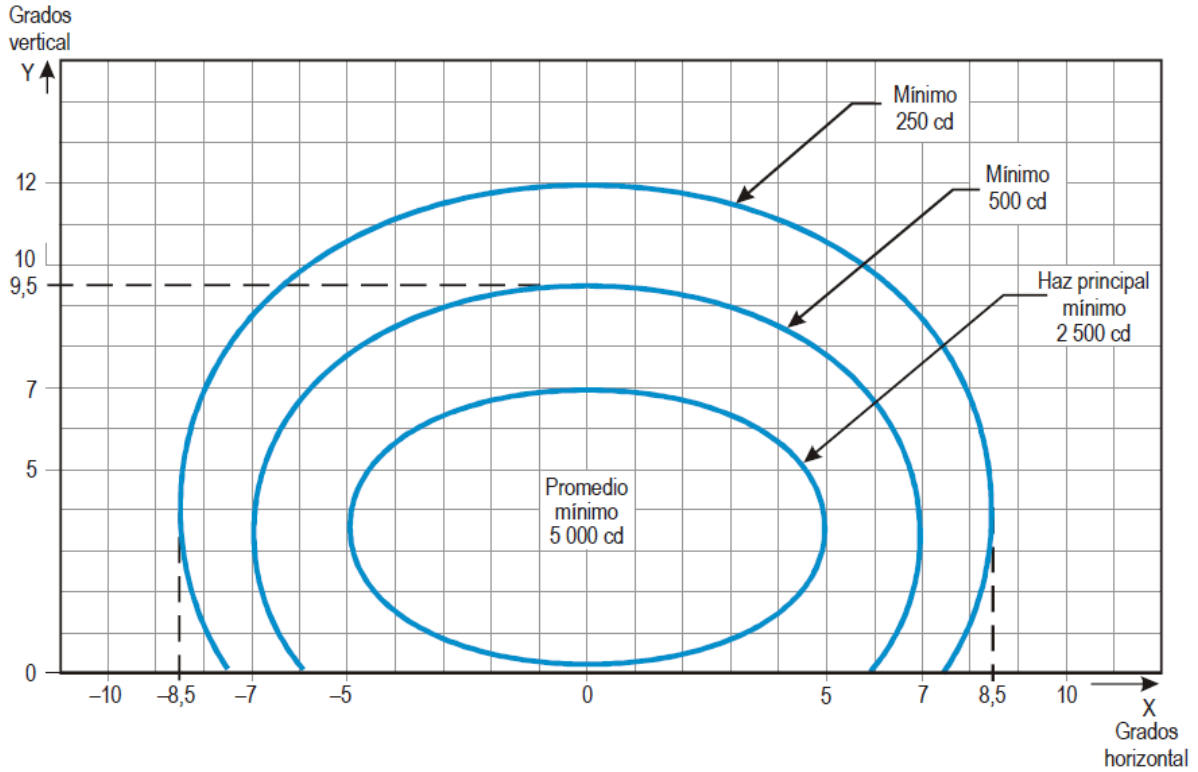
1. Curvas calculadas según la fórmula

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

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

2. Convergencia de 4°
3. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-6. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de pista con espaciado longitudinal de 30 m (luz blanca) y luces indicadoras de calle de salida rápida (luz amarilla)

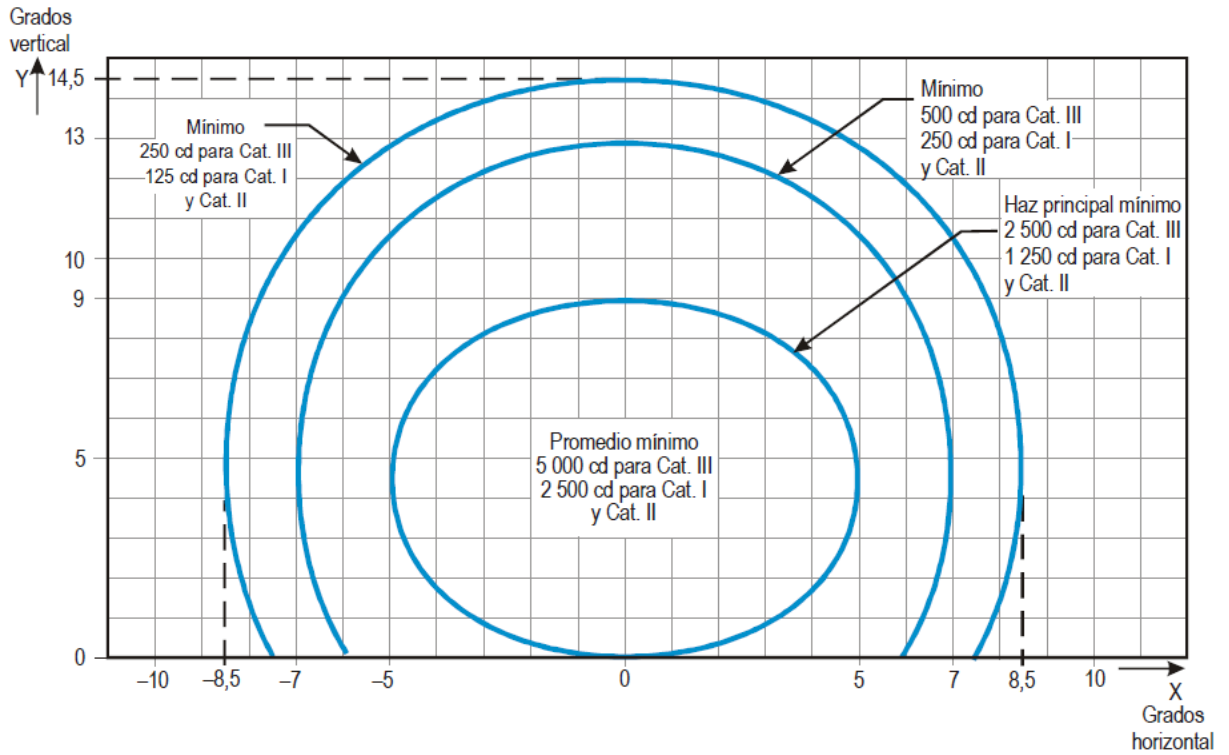


Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$
2. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.
3. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.
4. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

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

Figura A2-7. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de pista con espaciado longitudinal de 15 m (luz blanca) y luces indicadoras de calle de salida rápida (luz amarilla)



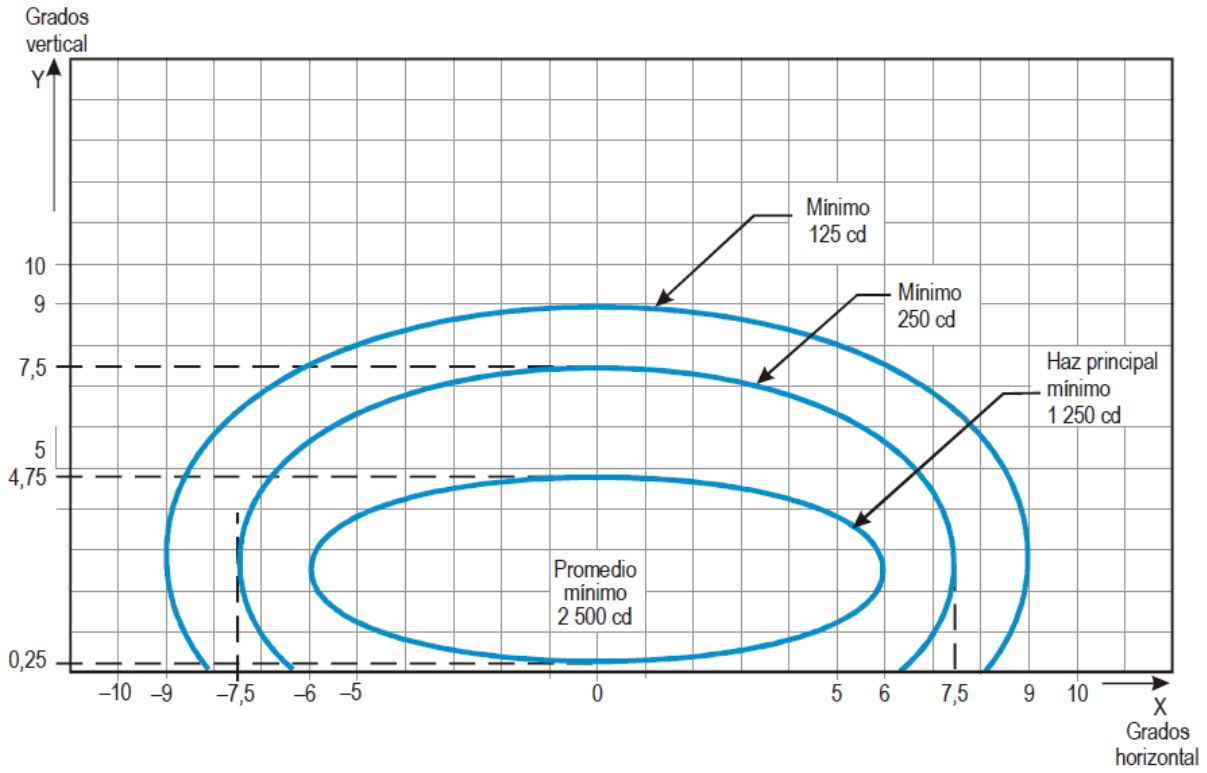
Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	5,0	7,0	8,5
b	4,5	8,5	10

2. Para las luces rojas, multiplíquense los valores por 0,15.
 3. Para las luces amarillas, multiplíquense los valores por 0,40.
 4. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

Figura A2-8. Diagrama de isocandelas para las luces de extremo de pista (luz roja)



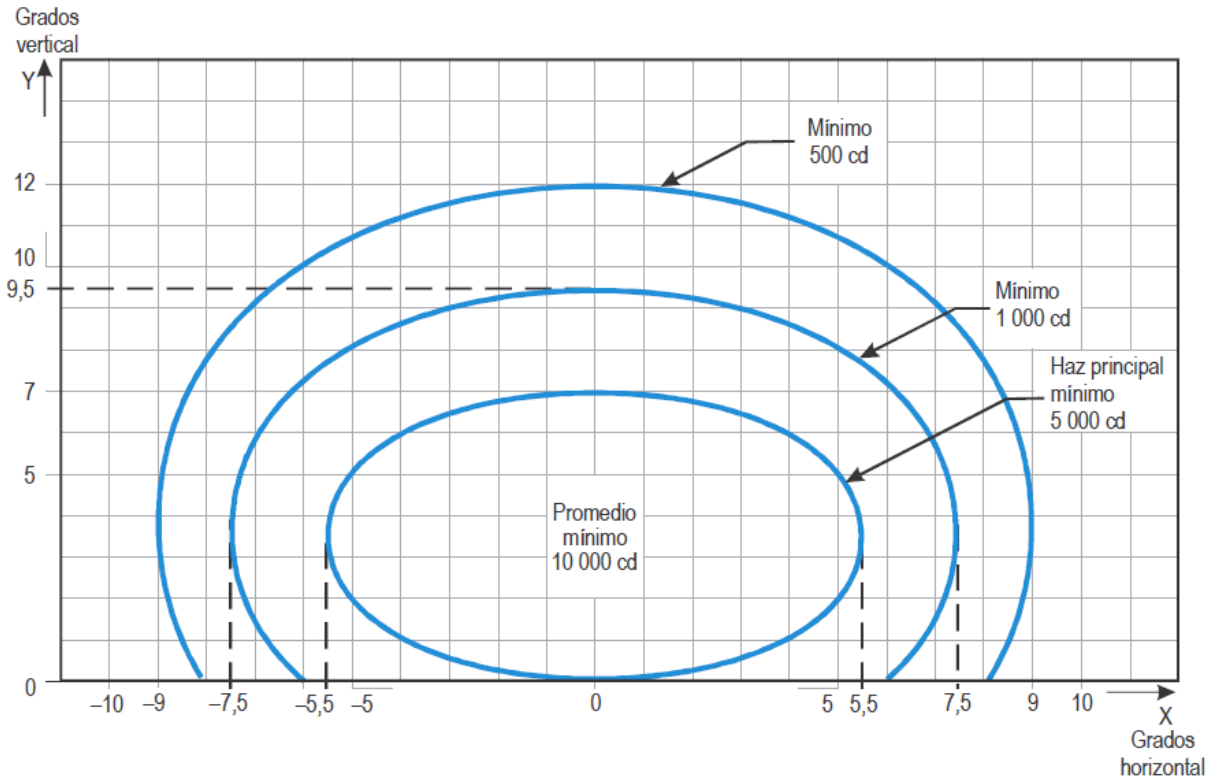
Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

a	6,0	7,5	9,0
b	2,25	5,0	6,5

2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

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)

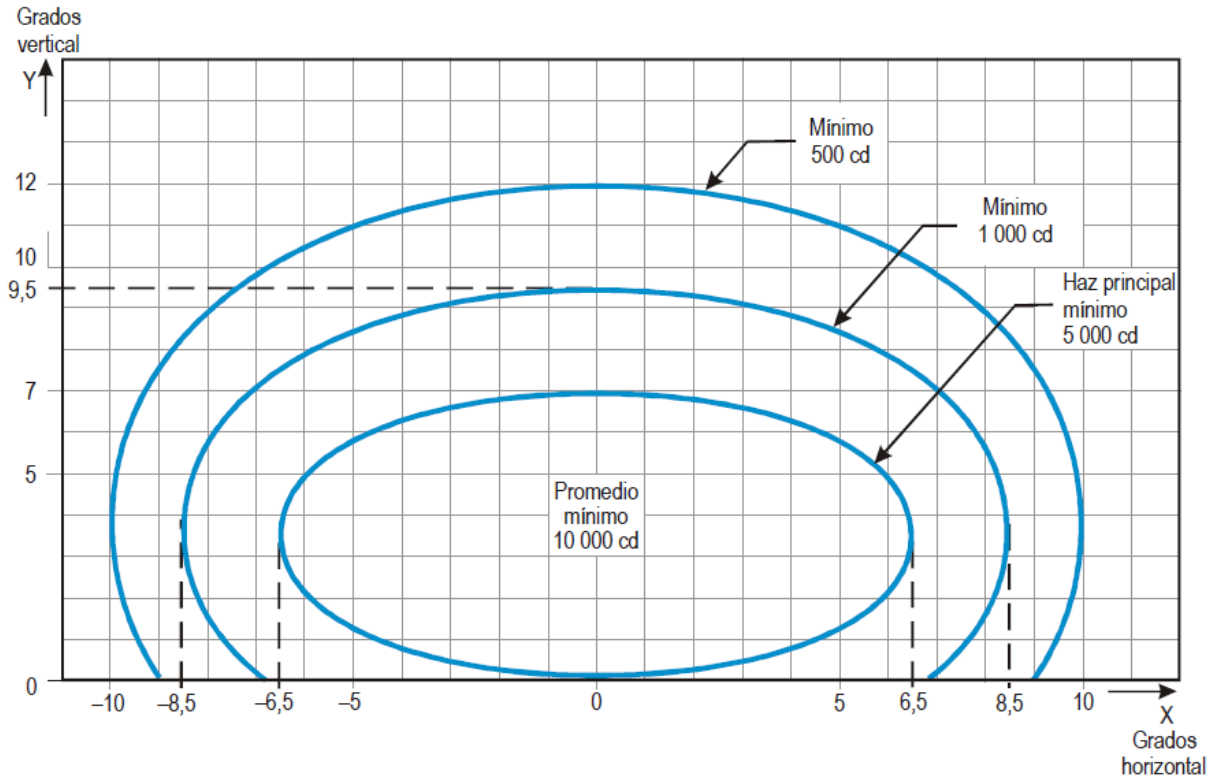


Notas:

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.

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

Figura A2-10. Diagrama de isocandelas para las luces de borde de pista cuando la anchura de la pista es de 60 m (luz blanca)

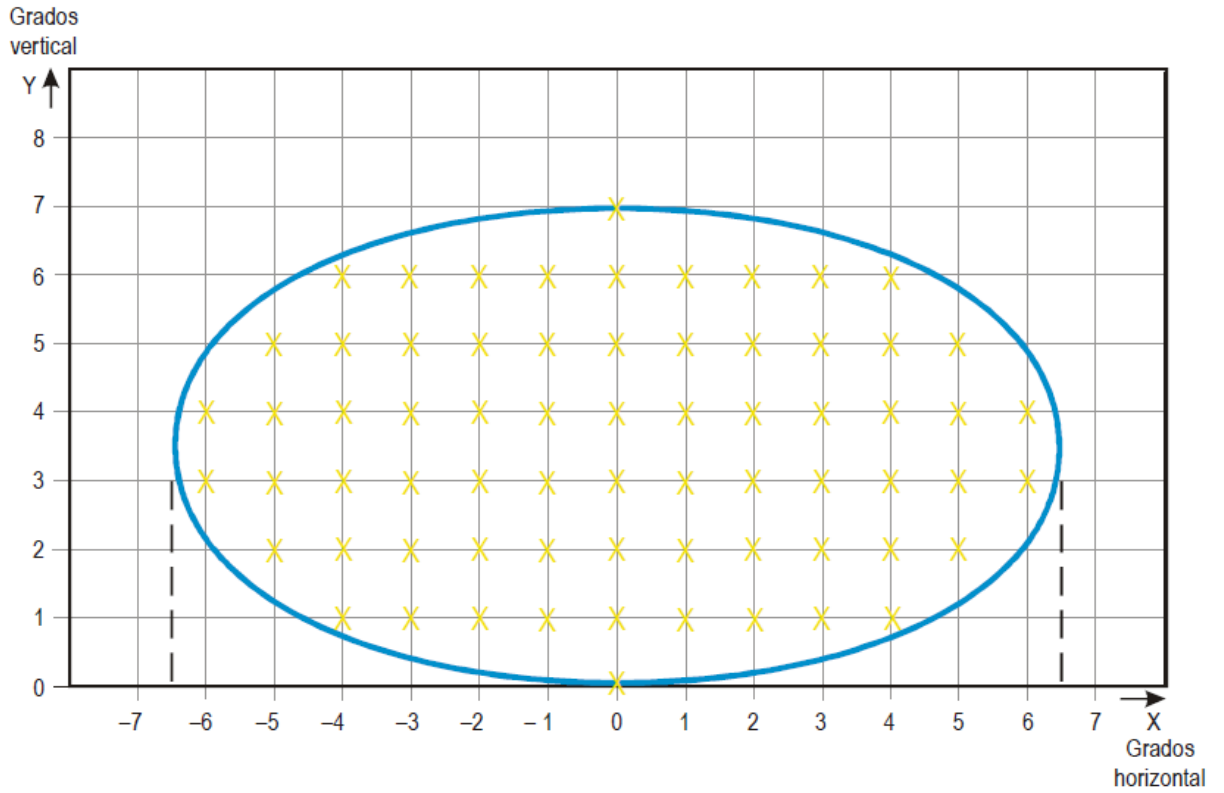


Notas:

1. curvas calculadas según la fórmula $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$
2. Convergencia de 4,5°
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 y A2-26.

a	6,5	8,5	10,0
b	3,5	6,0	8,5

Figura A2-11. Puntos de cuadrícula para el cálculo de la intensidad media de luces de aproximación y de pista



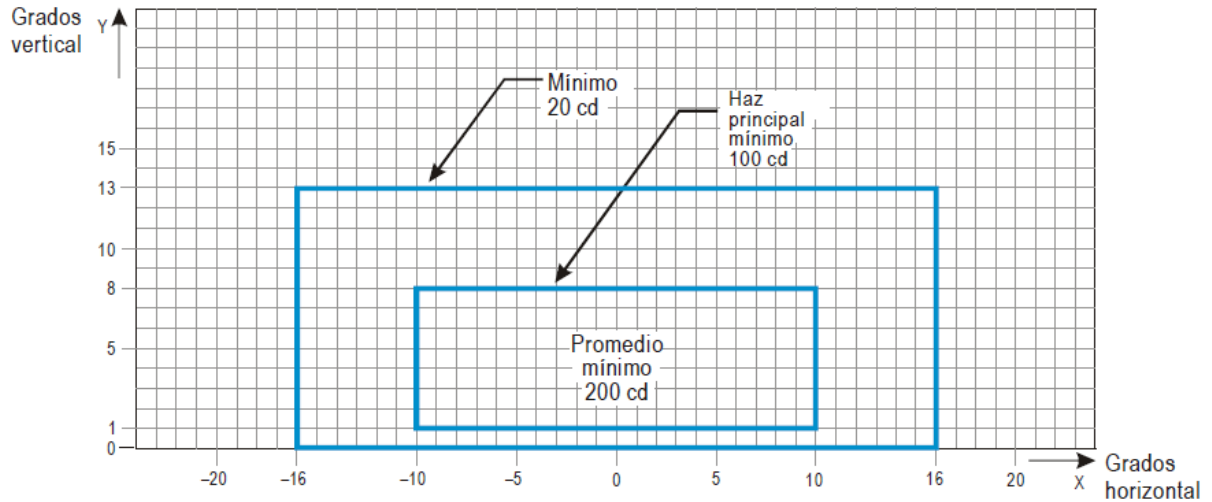
Notas comunes a las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26

1. Las elipses de cada figura son simétricas con respecto a los ejes comunes vertical y horizontal.
2. En las figuras A2-1 a A2-10, así como en la figura A2-26, se indican las intensidades mínimas admisibles de las luces. La intensidad media del haz principal se calcula estableciendo puntos de cuadrícula según lo indicado en la figura A2-11 y utilizando los valores de la intensidad medidos en todos los puntos de cuadrícula del interior y del perímetro de la elipse que representa el haz principal. El valor medio es la media aritmética de las intensidades luminosas medidas en todos los puntos de cuadrícula considerados.
3. En el diagrama de haz principal no se aceptan desviaciones cuando el soporte de las luces esté adecuadamente orientado.
4. Razón media de intensidades. La razón entre la intensidad media dentro de la elipse que define el haz principal de una nueva luz característica y la intensidad media del haz principal de una nueva luz de borde de pista será la siguiente:

Figura A2-1	Eje de aproximación y barras transversales	de 1,5 a 2,0 (luz blanca)
Figura A2-2	Fila lateral de aproximación	de 0,5 a 1,0 (luz roja)
Figura A2-3	Umbral	de 1,0 a 1,5 (luz verde)
Figura A2-4	Barra de ala de umbral	de 1,0 a 1,5 (luz verde)
Figura A2-5	Zona de toma de contacto	de 0,5 a 1,0 (luz blanca)
Figura A2-6	Eje de pista (espaciado longitudinal de 30 m)	de 0,5 a 1,0 (luz blanca)
Figura A2-7	Eje de pista (espaciado longitudinal de 15 m)	de 0,5 a 1,0 para CAT III (luz blanca)
		de 0,25 a 0,5 para CAT I, II (luz blanca)
Figura A2-8	Extremo de pista	de 0,25 a 0,5 (luz roja)
Figura A2-9	Borde de pista (pista de 45 m de anchura)	1,0 (luz blanca)
Figura A2-10	Borde de pista (pista de 60 m de anchura)	1,0 (luz blanca)

5. Las coberturas de haz en las figuras proporcionan la guía necesaria para aproximaciones cuando el alcance visual en la pista RVR disminuye a valores del orden de 150 m y para despegues cuando el RVR disminuye hasta valores del orden de 100 m.
6. Los ángulos horizontales se miden respecto al plano vertical que contiene el eje de pista. Para luces distintas a las luces de eje, el sentido hacia el eje de pista se considera positivo. Los ángulos verticales se miden respecto al plano horizontal.
7. Cuando las luces de ejes de aproximación, barras transversales y luces de fila lateral de aproximación sean empotradas en lugar de elevadas, p. ej., en una pista con umbral desplazado, los requisitos de intensidad pueden satisfacerse instalando dos o tres armaduras (de menor intensidad) en cada posición.
8. El mantenimiento adecuado es importantísimo. La intensidad media nunca debería disminuir a valores por debajo del 50 % de los indicados en las figuras, y las autoridades aeroportuarias deberían establecer como objetivo mantener un nivel de emisión de luz que se acerque al promedio de intensidad mínima especificada.
9. El elemento luminoso se instalará de forma que el haz principal esté alineado dentro de un margen de medio grado respecto al requisito especificado.

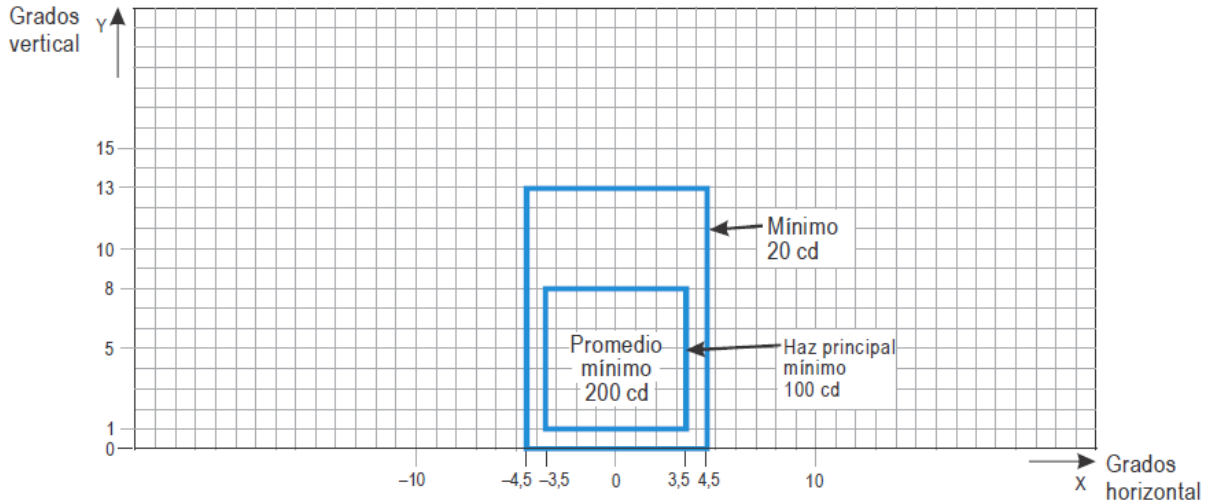
Figura A2-12. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 15 m), REL, de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m cuando pueda haber grandes desplazamientos y para luces de protección de pista de baja intensidad, configuración B.



Notas:

1. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje de la pista a una distancia del orden de 12 m y las luces se han previsto para ser utilizadas antes y después de la curva.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.
3. Las intensidades aumentadas para las luces de calle de rodaje de salida rápida de mayor intensidad, tal como se recomienda en 5.3.16.9, son cuatro veces las indicaciones correspondientes en la figura (es decir, 800 cd para el haz principal mínimo promedio).

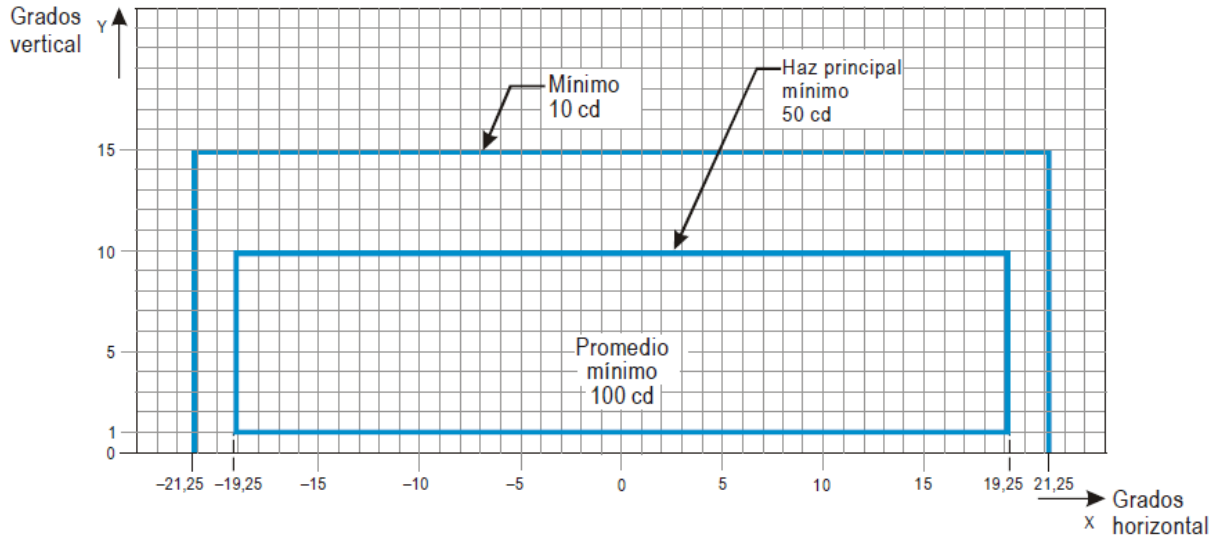
Figura A2-13. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m



Notas:

1. Estas coberturas de haz son generalmente satisfactorias y se ha tenido en cuenta un desplazamiento normal del puesto de pilotaje de aproximadamente 3 m con respecto al eje.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

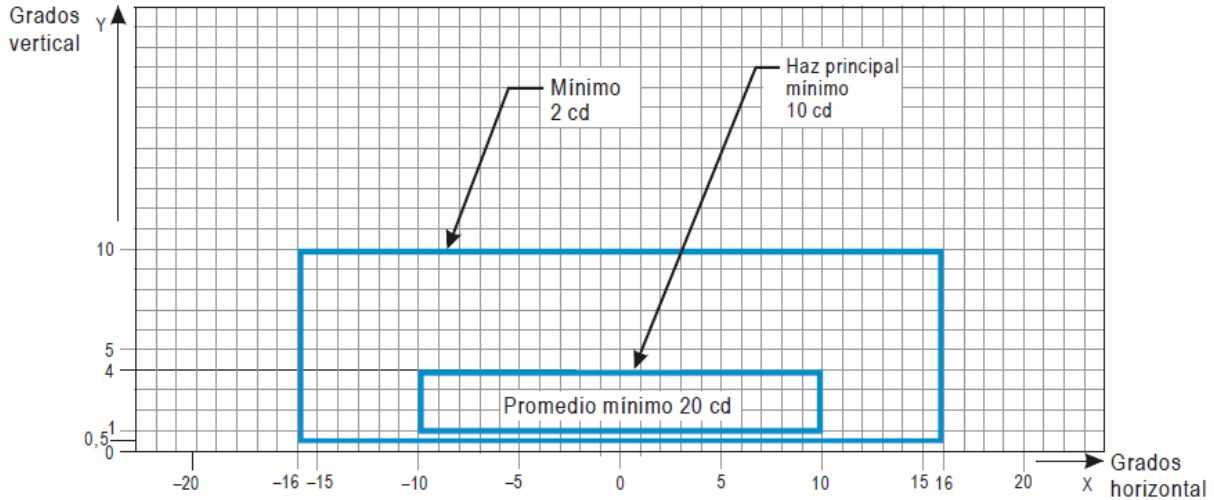
Figura A2-14. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 7,5 m), REL, de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos curvos para ser utilizado en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 350 m



Notas:

1. Las luces en las curvas tendrán una convergencia de $15,75^\circ$ respecto a la tangente a la curva. Esto no se aplica a las luces de entrada a la pista (REL).
2. Las intensidades aumentadas para las REL serán dos veces las intensidades especificadas, es decir, mínimo 20 cd, haz principal mínimo 100 cd, y promedio mínimo 200 cd.
3. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

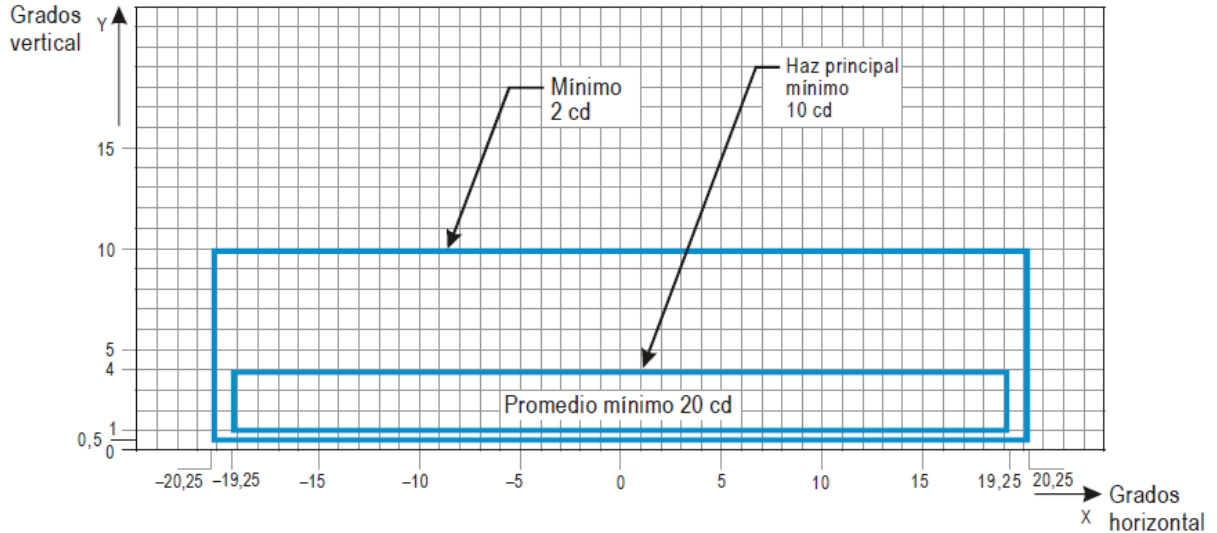
Figura A2-15. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 30 m, 60 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos rectos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista de 350 m o superior



Notas:

1. En los lugares en que se presenta comúnmente luminancia de fondo y donde la disminución del rendimiento luminoso provocada por el polvo, la nieve y la contaminación local constituye un factor importante, los valores cd deberían multiplicarse por 2,5.
2. Donde están emplazadas luces omnidireccionales, estas satisfarán los requisitos de esta figura relativos al haz vertical
3. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

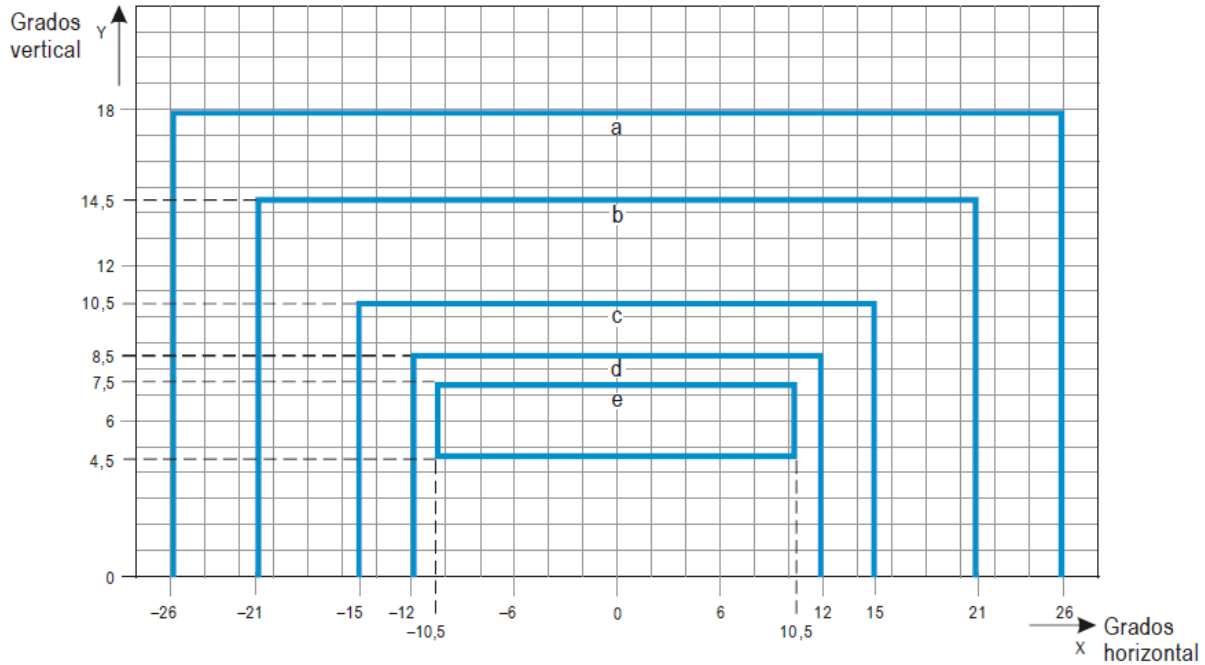
Figura A2-16. Diagrama de isocandelas para luces de eje de calle de rodaje (espaciado de 7,5 m, 15 m, 30 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada en tramos curvos previstas para ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista de 350 m o superior



Notas:

1. Las luces en las curvas con una convergencia de $15,75^\circ$ respecto a la tangente a la curva.
2. En los lugares en que se presenta comúnmente luminancia de fondo y donde la disminución del rendimiento luminoso provocada por el polvo, la nieve y la contaminación local constituye un factor importante, los valores cd deberían multiplicarse por 2,5.
3. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje por distancias del orden de 12 m, lo cual podría ocurrir al final de las curvas.
4. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-17. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos rectos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas y cuando puedan producirse grandes desplazamientos

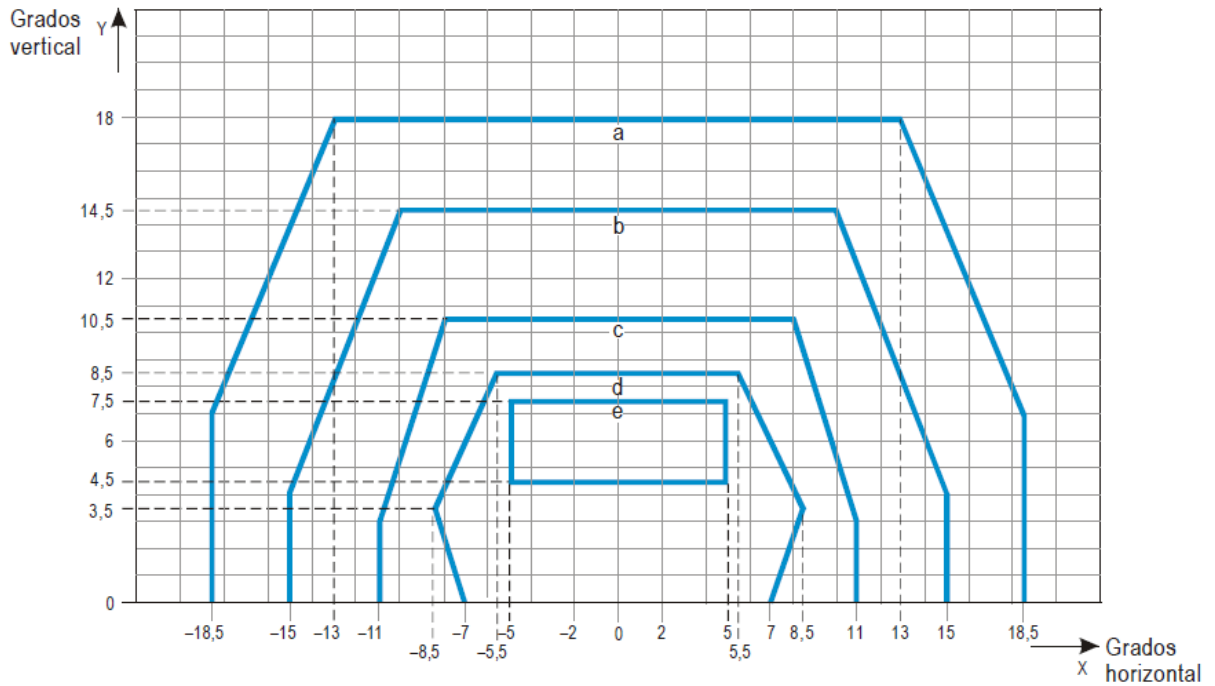


Curva	a	b	c	d	e
Intensidad (cd)	8	20	100	450	1 800

Notas:

1. En estas coberturas de haz se tiene en cuenta que el puesto de pilotaje puede estar desplazado del eje de la pista y a una distancia del orden de 12 m y las luces se han previsto para ser utilizadas antes y después de la curva.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-18. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 15 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos rectos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas

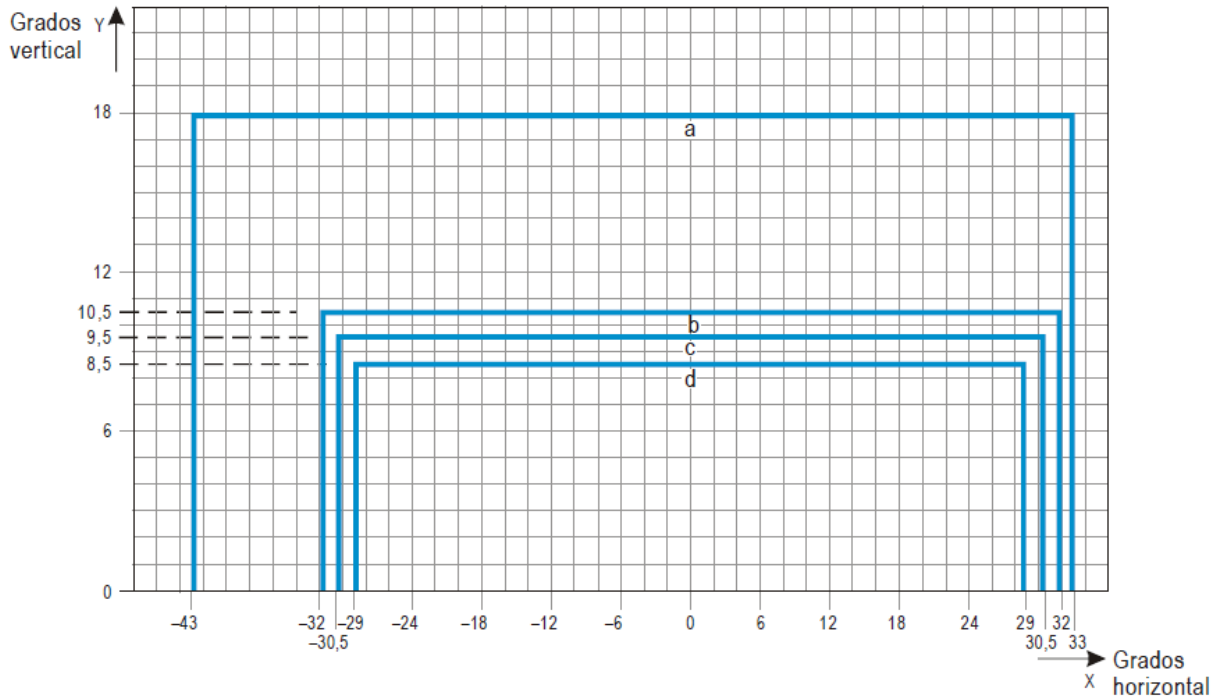


Curva	a	b	c	d	e
Intensidad (cd)	8	20	100	450	1 800

Notas:

1. Estas coberturas de haz son generalmente satisfactorias y se ha tenido en cuenta un desplazamiento normal del puesto de pilotaje cuando la rueda exterior del tren principal está sobre el borde de la calle de rodaje.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-19. Diagrama de isocandelas para las luces de eje de calle de rodaje (con espaciado de 7,5 m), de barra de prohibición de acceso y de barra de parada de alta intensidad en tramos curvos, previstas para ser utilizadas en un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie, en el que se requieran intensidades luminosas más elevadas

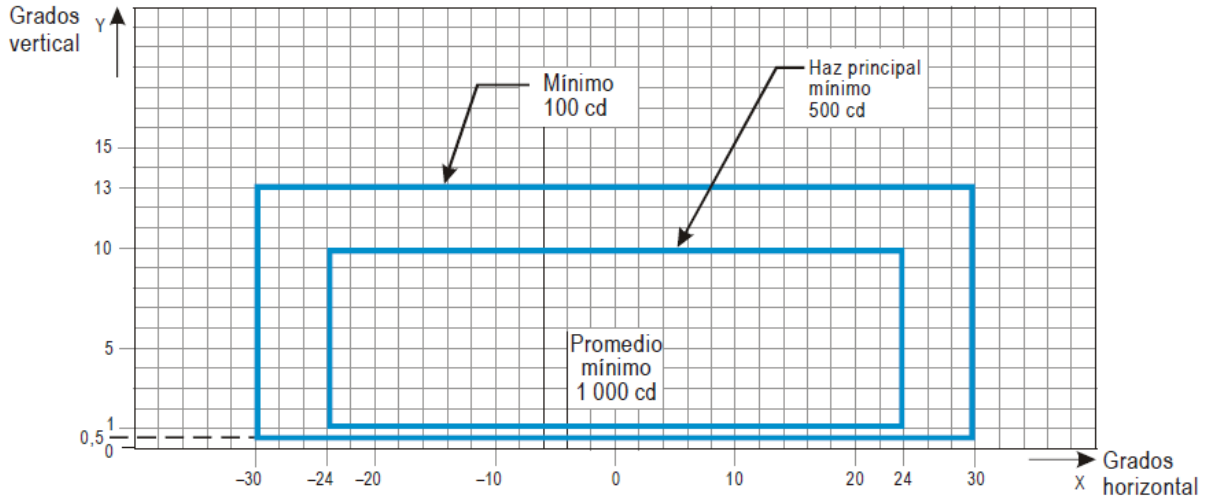


Curva	a	b	c	d
Intensidad (cd)	8	100	200	400

Notas:

1. Las luces en las curvas con una convergencia de 17° respecto a la tangente a la curva.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

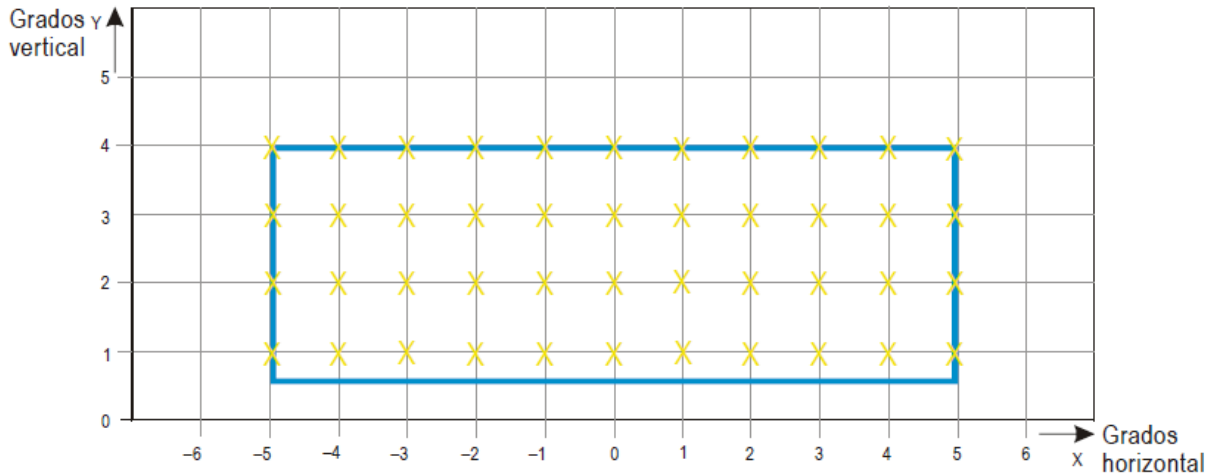
Figura A2-20. Diagrama de isocandelas para las luces de protección de pista de alta intensidad, configuración B



Notas:

1. Aunque las luces funcionan normalmente a destellos, la intensidad luminosa se especifica como si la luz fuera de lámparas incandescentes fijas.
2. Véanse las notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21.

Figura A2-21. Puntos de cuadrícula para el cálculo de la intensidad media de luces de eje de calle de rodaje y de luces de barra de parada



Notas comunes a las figuras A2-12 a A2-21

1. Las intensidades especificadas en las figuras A2-12 a A2-20 corresponden a las luces de colores verde y amarillo para luces de eje de calle de rodaje, las de color amarillo para las luces de protección de pista y las de color rojo para luces de barra de parada.
2. En las figuras A2-12 a A2-20 se indican las intensidades mínimas admisibles de las luces. La intensidad media del haz principal se calcula estableciendo puntos de cuadrícula según lo indicado en la figura A2-21 y utilizando los valores de la intensidad medidos en todos los puntos de cuadrícula del interior y del perímetro del rectángulo que representa el haz principal. El valor medio es la medida aritmética de las intensidades luminosas medidas en todos los puntos de cuadrícula considerados.
3. En el haz principal o en el haz más interior, según sea aplicable, no se aceptan desviaciones cuando el soporte de las luces esté adecuadamente orientado.
4. Los ángulos horizontales se miden respecto al plano vertical que contiene el eje de la calle de rodaje, excepto en las curvas en las que se miden respecto a la tangente a la curva.
5. Los ángulos verticales se miden respecto a la pendiente longitudinal de la superficie de la calle de rodaje.
6. El mantenimiento adecuado es importantísimo. La intensidad, ya sea la media donde sea aplicable o la especificada en las correspondientes curvas isocandelas, nunca debería disminuir a valores por debajo del 50 % de los indicados en las figuras, y las autoridades aeroportuarias deberían establecer como objetivo mantener un nivel de emisión de luz que se acerque al promedio de intensidad mínima especificada.
7. El elemento luminoso se instalará de forma que el haz principal o el más interior, según sea aplicable, esté alineado dentro de un margen de medio grado respecto al requisito especificado.

Figura A2-22. Distribución de la intensidad luminosa del T-VASIS y del AT-VASIS

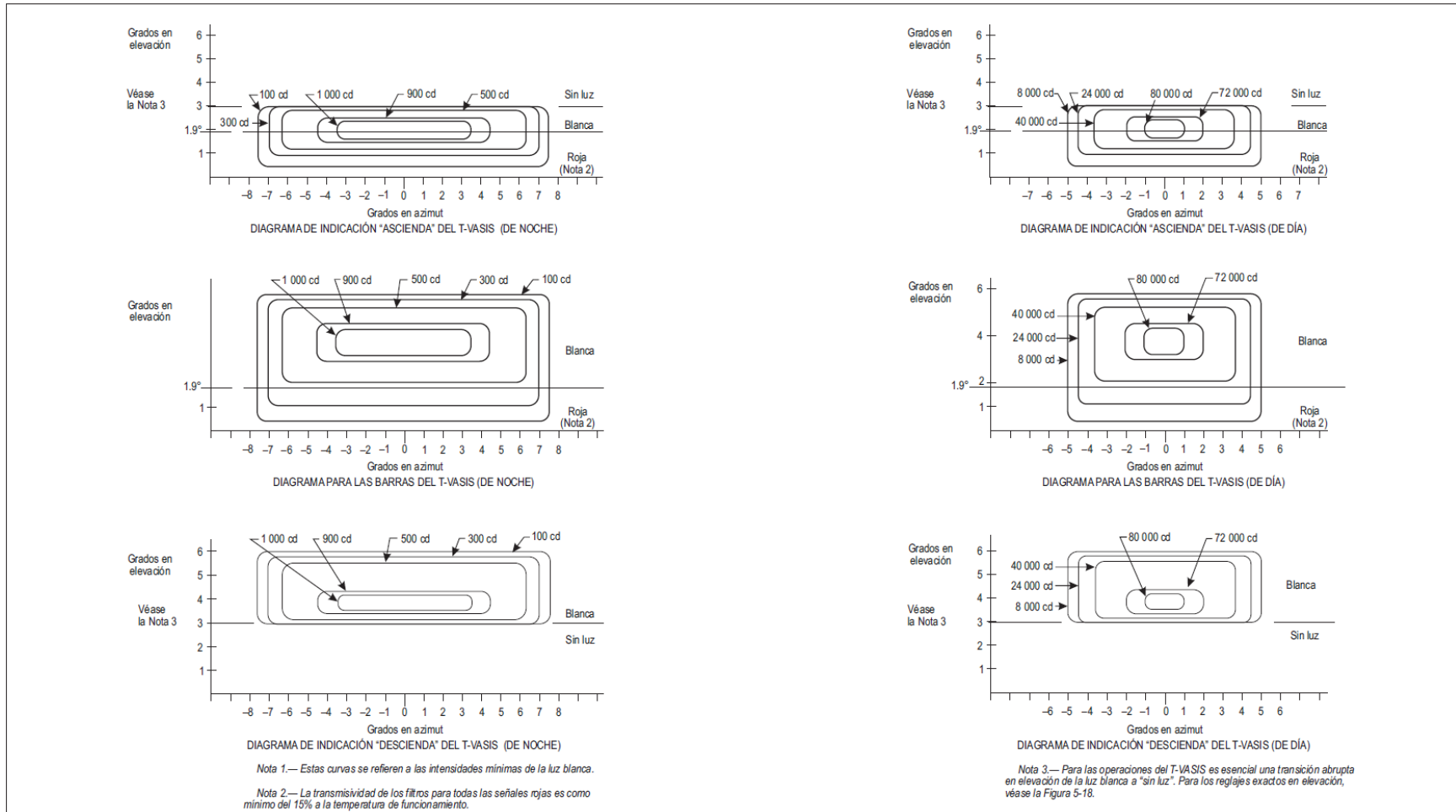
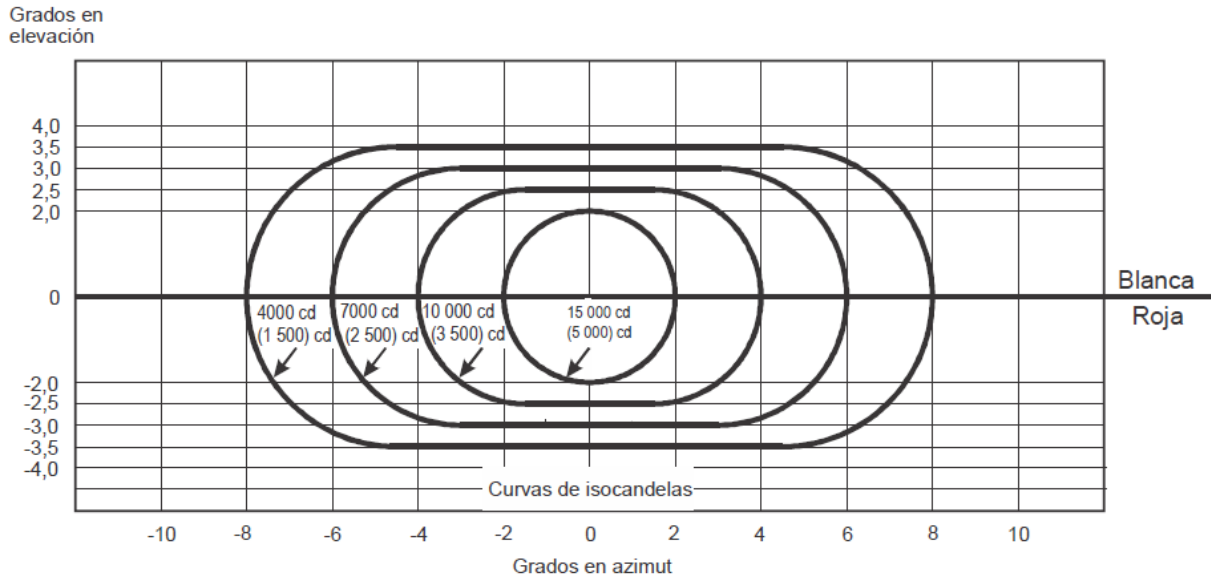


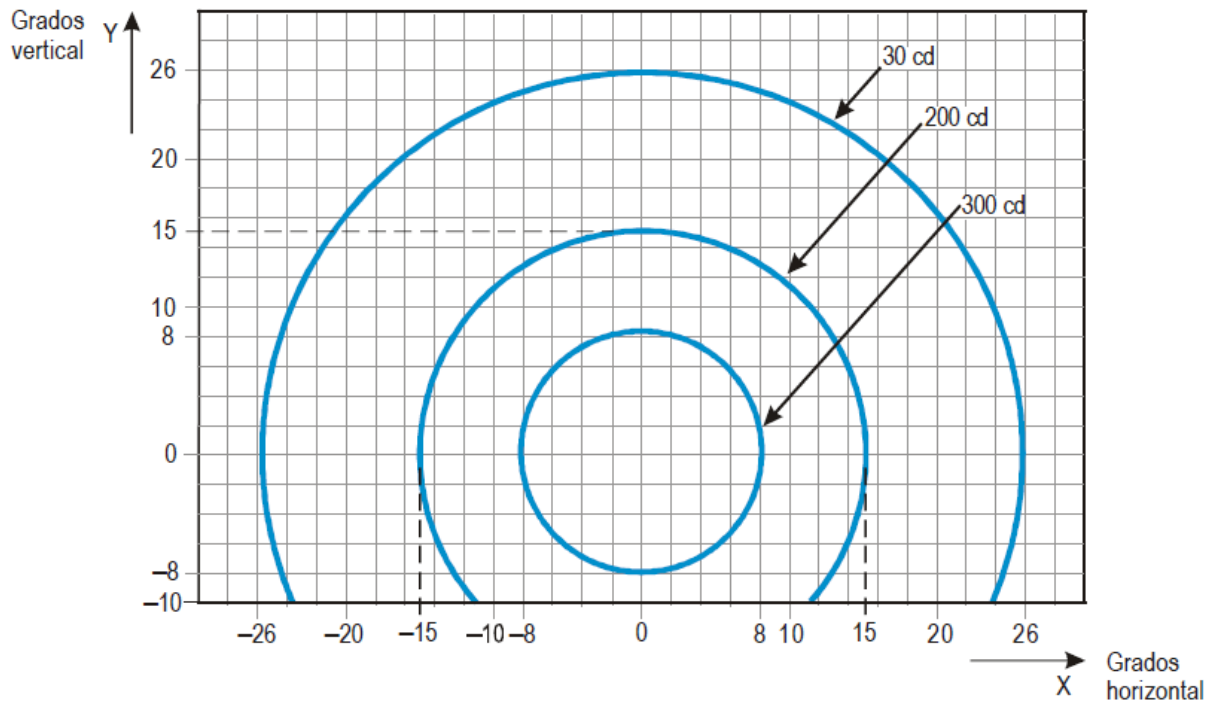
Figura A2-23. Distribución de la intensidad luminosa del PAPI y del APAPI



Notas:

1. Estas curvas se refieren a las intensidades mínimas de la luz roja.
2. El valor de la intensidad en el sector blanco del haz no será inferior a 2 veces la intensidad correspondiente del sector rojo y puede llegar a ser hasta 6,5 veces dicha intensidad.
3. Los valores de intensidad que se indican entre paréntesis se refieren al APAPI.

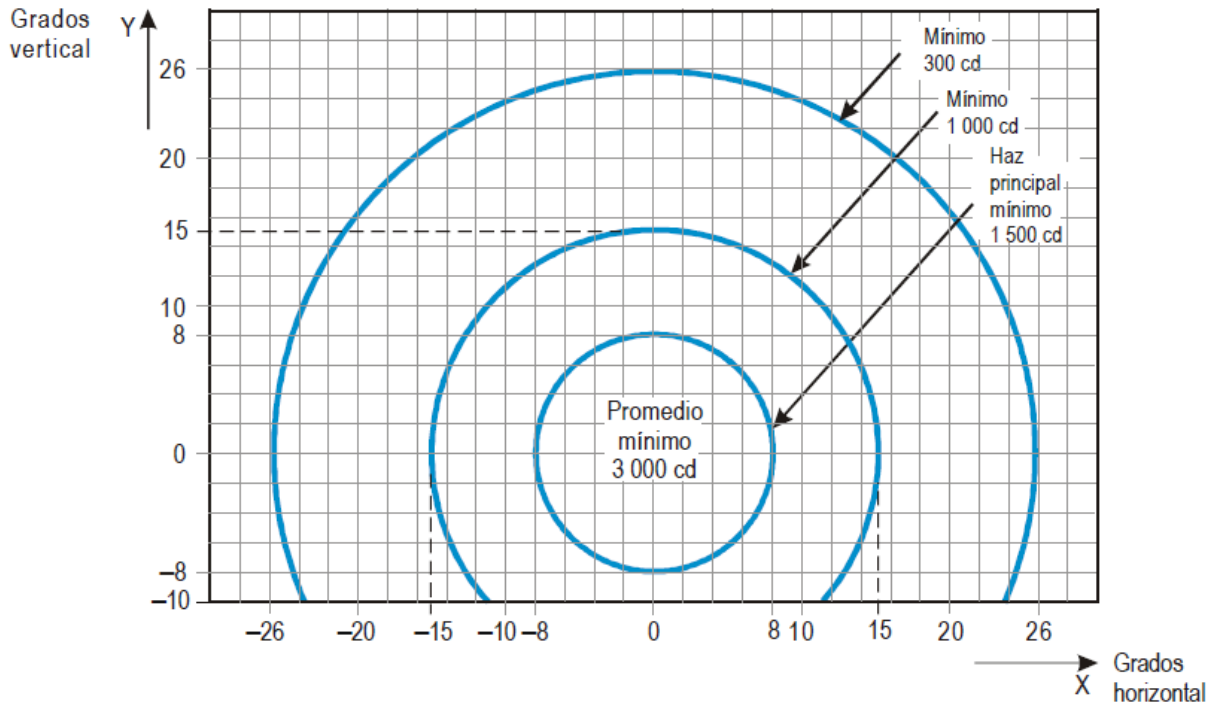
Figura A2-24. Diagrama de isocandelas para cada lámpara en las luces de protección de pista de baja intensidad, configuración A



Notas:

1. Aunque las luces funcionan normalmente a destellos, la intensidad luminosa se especifica como si fueran lámparas incandescentes fijas.
2. Las intensidades especificadas son de luz amarilla.

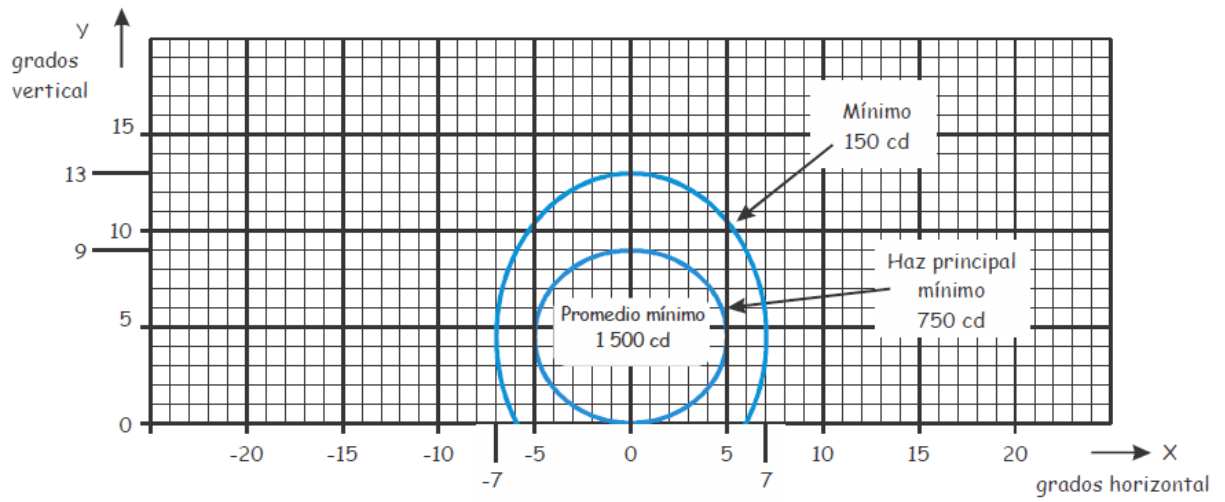
Figura A2-25. Diagrama de isocandelas para cada lámpara en las luces de protección de pista de alta intensidad, configuración A



Notas:

1. Aunque las luces funcionan normalmente a destellos, la intensidad luminosa se especifica como si fueran luces incandescentes fijas.
2. Las intensidades especificadas son de luz amarilla.

Figura A2-26. Diagrama de isocandelas para luces de espera de despegue (THL) (luz roja)



Notas:

1. Curvas calculadas según la fórmula

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

a	5,0	7,0
b	4,5	8,5


2. Véanse las notas comunes para las figuras A2-1 a A2-11 y A2-26.

APÉNDICE 3

EJEMPLOS DE CERTIFICACIONES DE CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS SOBRE INTENSIDAD DE LUCES AERONÁUTICA

Figura A3-1. Ejemplo de certificación de cumplimiento de especificaciones para luces de borde pista, acorde a estándares de los Apéndices 1 y 2 del Anexo 14 de la OACI

(Fuente: https://asset-prod1a-euw.productmarketingcloud.com/api/assetstorage/3813_e1006ebf-a72b-4d71-b716-ac648c732f9f)



VERIFICATION CERTIFICATE

C900952

Aerodrome lights

Issued to
ADB Safegate BV
 Leuvensesteenweg 585, BE-1930 ZAVENTEM, Belgium

Product name
 AXON Runway Edge light (White/Yellow/Red)

Certificate
 The product(s) described in this certificate have been type-examined by RISE with regard to the chromaticity coordinates and luminous intensity distribution and found to fulfil the requirements specified below. The type examination is presented in full in test report 105105-1210777-1rev1, dated 2023-10-03.

Product description and specification
 Products tested:
 RSR43x200xWYxxx1
 RSR43x200xWYxxx1
 RSR43x200xWRxxx1
 RSR43x200xYRxxx1
 Note: x indicates variants without impact on photometry or chromaticity characteristics

Requirements:

Standard	The chromaticity coordinates have been measured in accordance with the requirements in:	The luminous intensity has been measured in accordance with:
ICAO Annex 14 Aerodromes, Volume I, Ninth Edition, July 2022	Appendix 1, Section 2.1 Chromaticities for aeronautical ground lights (solid state-type light sources).	Appendix 2 Aeronautical ground light characteristics, Figure A2-10
European Aviation Safety Agency - Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design, Issue 6, March 2022	Section U.9.80(d), Figure U-18, Colours for aeronautical ground lights (solid state lighting)	U.940 - Aeronautical ground light characteristics, Figure U-14
Australian Government, Civil Aviation Safety Authority Part 139 (Aerodromes) Manual of Standards 2020	Chapter 9.15, Chromaticity for solid state (LED) lights	Section 9.75 Isocandela diagrams of runway lighting, Figure 9.75 (4)
TP312 Aerodrome Standards and Recommended Practices Land Aerodromes, 5th Edition, September 2015 (Canada)	Appendix 5A, Section 1.3.1, Colours for Aeronautical Ground Lights	Appendix 5B Aeronautical Ground Light Characteristics, Figure B-10
NATO STANAG 3316 AATMP-07 STD Edition A Version 1/2018	Section B.3 Colours of Lights, Signs and Panels.	Chapter 4 Runway Lighting
Civil Aviation Authority CAP168 Licensing of Aerodromes, Edition 12, January 2022 (United Kingdom)	Appendix 6A.5 Aeronautical ground lighting characteristics	Appendix 6A Aeronautical ground lighting characteristics, Figure 6A.10
AENA DIN/DSEYN/PP1/XXX where XXX is one of: 010, 011, 012, 013, 016, 017, 018, or 022 (2012) (Spain)	AENA DIN/DSEYN/PP1/011-03/12, which refers to BOE 178 FOM/2086/2011, Appendix 1	AENA DIN/DSEYN/PP1/011-03/12, which refers to BOE 178 FOM/2086/2011, Appendix 2, Figure A2-10

Validity
 This certificate is valid until not later than 2028-10-02. The validity of this certificate can be verified by RISE.

Miscellaneous
 Other terms and conditions are set out in RISE certification rules for type-examination, SPCR 123.

Martin Tillander
 Martin Tillander
 Certificate 900952 | issue 2 | 2023-10-04
 RISE Research Institutes of Sweden AB | Certification
 Box 857, SE-50115 Borås, Sweden
 +46 10 516 5000 | certifierring@ri.se | www.ri.se

1208975
 This document is the property of RISE and may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval by RISE. Page 1 (1)

Standard	The chromaticity coordinates have been measured in accordance with the requirements in:	The luminous intensity has been measured in accordance with:
ICAO Annex 14 Aerodromes, Volume I, Ninth Edition, July 2022	Appendix 1, Section 2.1 Chromaticities for aeronautical ground lights (solid state-type light sources).	Appendix 2 Aeronautical ground light characteristics, Figure A2-10

Figura A3-2. Ejemplo de certificación de cumplimiento de especificaciones para luces de obstáculos acorde a estándares del Anexo 14 de la OACI

(Fuente: <https://www.cdt-en.com/medium-intensity-aviation-obstruction-light/ICAO-FAA-L864-DUAL-medium-intensity-aviation-obstruction-light-tower-building-wind-chimney-crane-201.html>)

Intertek

Issue Date: October 31, 2014
 Project No.: 010174600
 P.O. No.: 002030289
 Phone No.: 0017174600000

Client: Human Chengdeong
 Standard: ICAO Annex 14

Product: Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model(s): CA-16

Report No.: 01017460002-002

Human Chengdeong Technology CO., LTD
 40, Luga International Industrial Park, No.220
 West of Tangjiao Road
 Chengdeong, 461023

Standards
 International Civil Aviation Organization (ICAO), Aerodrome Design and Operations, Annex 14, Volume 1, Sixth Edition, dated July 2013

Purpose: Performance testing of ICAO Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model: CA-16
 Test Dates: August 10, 2014 through October 10, 2014

Mike Day
 Attestation Engineer
 Lighting

Jeff Brown
 Jeff Brown PE
 Staff Engineer
 Lighting

The report is the property of Intertek and is provided to you for your information only. It is not to be distributed outside of your organization. Intertek and its Client shall retain all rights in this report and its contents. Intertek and its Client shall retain all rights in this report and its contents. Intertek and its Client shall retain all rights in this report and its contents. Intertek and its Client shall retain all rights in this report and its contents.

Page 1 of 7

Project: 010174600
 Client: Human Chengdeong
 Standard: ICAO Annex 14

Product: Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model(s): CA-16

Test Plan and Data Sheet

Item	Value	Unit	Organization	Operator	Date
Project	010174600		Human Chengdeong		08/10/2014
Model	CA-16		Human Chengdeong		08/10/2014
Standard	ICAO Annex 14		Human Chengdeong		08/10/2014

Standard: International Civil Aviation Organization, Aerodrome Design and Operations, Annex 14, Volume 1, Sixth Edition, dated July 2013

AC No.	Test Name	Class	Code	Pass/Fail
Annex 14	Performance Type B medium intensity	Appendix 1	Pass	
Annex 14	Chromatix	Appendix 1	Pass	

Page 2 of 7

Project: 010174600
 Client: Human Chengdeong
 Standard: ICAO Annex 14

Product: Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model(s): CA-16

Sample Information

CAI No.	Model	Color	Height	Location	Notes
0101746000001	CA-16	Blue	10m	Human Chengdeong	
0101746000002	CA-16	Blue	10m	Human Chengdeong	

Light fixture is tested for performance testing per ICAO Annex 14, Volume 1, Sixth Edition, dated July 2013. The test results are provided in the attached test report. The test results are provided in the attached test report. The test results are provided in the attached test report.

Page 3 of 7

Project: 010174600
 Client: Human Chengdeong
 Standard: ICAO Annex 14

Product: Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model(s): CA-16

Chromatix Test Results

Test the fixture with the lamp, filter and optical system for color of light emitted. Chromaticity Coordinates are to be calculated with a standard distribution measured in three increments for L864. Measure the color after a 10 minute warmup period at rated input at the main beam center and beam extremes.

Boundary	Color	Signal	X	Y	Z
Center	Blue	1000	0.191	0.480	0.329
Upper Boundary	Blue	1000	0.191	0.480	0.329
Lower Boundary	Blue	1000	0.191	0.480	0.329

Page 4 of 7

Project: 010174600
 Client: Human Chengdeong
 Standard: ICAO Annex 14

Product: Type B Medium Intensity Obstacle Light
 Model(s): CA-16

Measurement Data

#	Model	Color	Description	Manufacturer	Calibration Due
1	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
2	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
3	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
4	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
5	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
6	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
7	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
8	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
9	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
10	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
11	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
12	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
13	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
14	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
15	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
16	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
17	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
18	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
19	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
20	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
21	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
22	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
23	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
24	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
25	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
26	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
27	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
28	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
29	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014
30	CA-16	Blue	Medium Intensity Obstacle Light	Human Chengdeong	17-Aug-2014

Page 5 of 7


Standards

International Civil Aviation Organization (ICAO), Aerodrome Design and Operations, Annex 14, Volume 1, Sixth Edition, dated July 2013

Page 6 of 7

Figura A3-3. Ejemplo de catálogo de producto que acredita cumplimiento de especificaciones para luces de obstáculos acorde a estándares del Anexo 14 de la OACI

(Fuente: <https://www.atgairports.com/solutions-and-systems/lighting-solutions/papi-lighting/ir880l-1880>)

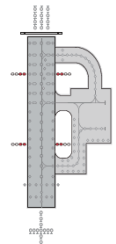


LED technology

IR880L
LED Precision Approach Path Indicator lighting solution

atg
AIRPORTS

Applications
Precision Approach Path Indicator (PAPI)



Compliant with Latest International Standards*

- ▶ CASA MOS Part 139
- ▶ ICAO Annex 14, Vol 1
- ▶ FAA AC 150/5345-28
- ▶ FAA Engineering Brief No. 67
- ▶ IEC 61827
- ▶ EASA
- ▶ Stannag 3316 (NATO)

* As applicable to the application, compliance with other civil aviation and military regulations confirmed on request.

UK: +44 (0) 1942 68 5555 | USA: 001 (239) 985-9406

IR880L

www.atgairports.com Enquiries@atgairports.com sales-usa@atgairports.com

IR880L LED Precision Approach Path Indicator solution

atg
AIRPORTS

Electrical Performance

Main Beam Aperture Horiz(°) Vert(°)	Colour	Typical Power Consumption - Watts (VA) @ 6.6A			
		Per Beam Watts	Watts (VA)	PF	To Primary Watts (VA) PF
-10° to +10° -4° to +4°	White/Red	54W	216 (216)	0.99	220 (225) 0.98

Fixture Operational Current Range: 2.6 to 6.7A RMS

* As measured at the input leads of the fixture.

** As measured across the primary winding of an appropriately sized isolation transformer with a total fixture and transformer secondary length not exceeding 1.50m (5ft). CEE listed safety listed for the isolating transformer only.

Notes: Isolating transformer shall be suitably sized to accommodate specific secondary and other applicable loads.

Environmental Conditions

▶ Ambient Temperature: -55°C to +55°C (-67°F to +131°F) | ▶ Ingress Protection: > IP55

▶ Storage Temperature: -55°C to +60°C (-67°F to +142°F)

Photometry

Specification

Precision Approach Path Indicator P142-23

Colour: Red

Main lower circle minimum intensity: 15,000 cds

Colour: White

Main upper circle intensity range: 30,000 to 90,000 cds

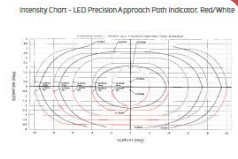
Typical Measured Values

Colour: Red

Main lower circle minimum intensity: 15,549 cds

Colour: White

Main upper circle intensity range: 34,507 cds



UK: +44 (0) 1942 68 5555 | USA: 001 (239) 985-9406

IR880L

www.atgairports.com Enquiries@atgairports.com sales-usa@atgairports.com

Compliant with Latest International Standards*

- ▶ CASA MOS Part 139
- ▶ ICAO Annex 14, Vol 1
- ▶ FAA AC 150/5345-28
- ▶ FAA Engineering Brief No. 67
- ▶ IEC 61827
- ▶ EASA
- ▶ Stannag 3316 (NATO)

* As applicable to the application, compliance with other civil aviation and military regulations confirmed on request.

Photometry

Specification

Precision Approach Path Indicator P142-23

Colour: Red

Main lower circle minimum intensity: 15,000 cds

Colour: White

Main upper circle intensity range: 30,000 to 90,000 cds

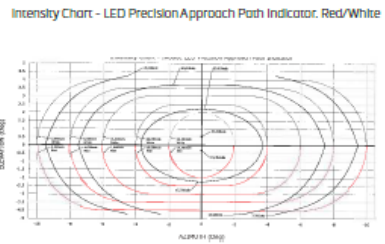
Typical Measured Values

Colour: Red

Main lower circle minimum intensity: 15,549 cds

Colour: White

Main upper circle intensity range: 34,507 cds



Hoja de Aprobación

CIRCULAR DE ASESORAMIENTO

CA : CA-AGA-154-005
APROBADA EL : 21/01/2025
EDICIÓN : PRIMERA
EMITIDA POR : SRVSOP

ASUNTO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SOBRE COLORES DE LAS AYUDAS VISUALES Y CARACTERÍSTICAS DE INTENSIDAD DE LAS LUCES AERONÁUTICAS.

DATOS DE FIRMA/APROBACIÓN DEL DOCUMENTO

Aprobado por el Coordinador General del SRVSOP, acuerdo justificaciones siguiente presentadas por el Comité Técnico:

"Nueva Circular de Asesoramiento, a la cual se estableció el código CA-AGA-154-005, preparada en el ámbito de la Actividad AGA 1.6/2024, considerando que:

- la Enmienda 9 del LAR 154, aprobada por la JG/35, excluyó contenido de los Apéndices 5 y 6 que incorporaban los SARP de los Apéndices 1 y 2 del Anexo 14, Volumen I; y
- la Conclusión RPEAGA/18-08 aceptó "que se traslade a material guía a ser desarrollado (como referencia de cumplimiento) las disposiciones de los Apéndices 1 y 2 del Anexo 14, Volumen I, por no se tratar de requisitos de cumplimiento directo por el operador de aeródromo, pero sí de especificaciones para los fabricantes de los productos (luces, pinturas, etc.) utilizados por el operador".

