

Iluminación

Iluminación de instalaciones deportivas

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 72 *Iluminación y color*, cuya secretaría desempeña ANFALUM.



UNE-EN 12193

Iluminación
Iluminación de instalaciones deportivas

Light and lighting. Sports lighting.

Lumière et éclairage. Éclairage des installations sportives.

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 12193:2018.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 12193:2009.

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

© UNE 2020

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Versión en español

Iluminación Iluminación de instalaciones deportivas

Light and lighting. Sports lighting.

**Lumière et éclairage. Éclairage des
installations sportives.**

**Licht und Beleuchtung.
Sportstättenbeleuchtung.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2018-07-01.

Esta norma europea ha sido corregida y reeditada por el Centro de Gestión de CEN/CENELEC el 2019-01-30.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN/CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión de CEN/CENELEC, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.



COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de la Science, 23, B-1040 Brussels, Belgium

© 2018 CEN. Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

Índice

Prólogo europeo	6
0 Introducción.....	7
1 Objeto y campo de aplicación.....	7
2 Normas para consulta	7
3 Términos y definiciones.....	7
4 Símbolos y abreviaturas	9
4.1 Símbolos y unidades.....	9
5 Datos de diseño	11
5.1 Generalidades.....	11
5.2 Datos esenciales de la fuente de luz	11
5.2.1 Generalidades.....	11
5.2.2 Datos de lámparas reemplazables	11
5.2.3 Datos de fuente de luz LED.....	12
5.3 Datos esenciales de la luminaria	12
5.3.1 Generalidades.....	12
5.3.2 Luminarias con lámparas reemplazables.....	12
5.3.3 Luminarias LED	13
5.4 Datos útiles de luminaria	13
5.5 Datos esenciales de la instalación	14
6 Principios generales de la instalación de alumbrado	14
6.1 Malla de referencia para cálculos y mediciones	14
6.1.1 Generalidades.....	14
6.1.2 Tamaño de la malla para el cálculo y las mediciones para deportes particulares.	14
6.1.3 Tamaño de la malla para el cálculo y las mediciones para pabellones polideportivos.	15
6.1.4 Aplicación.....	15
6.2 Equipo de medición	18
6.3 Registro de medición	18
6.4 Diferencias prácticas.....	18
6.5 Mantenimiento	19
6.6 Iluminación del área de espectadores	20
6.7 Seguridad de los participantes y reanudación de un evento en caso de fallo del alumbrado.....	20
6.7.1 Alumbrado de seguridad de los participantes.....	20
6.7.2 Alumbrado de seguridad para los espectadores.....	20
6.7.3 Reanudación de un deporte.....	20
6.8 Limitación del deslumbramiento	21
6.8.1 Generalidades.....	21
6.8.2 Interiores.....	21
6.8.3 Exteriores.....	21
6.9 Colores de superficie y propiedades de reflexión	22
6.10 Luz perturbadora	22

7	Requisitos para la iluminación de los deportes más practicados en Europa	24
7.1	Requisitos generales	24
7.2	Requisitos por deporte no televisado	25
7.3	Requisitos específicos para televisión y grabación de vídeo	28
7.3.1	Generalidades.....	28
7.3.2	Iluminancia vertical.....	28
7.3.3	Reflejos no deseados o luz rebotada (informativo)	30
7.3.4	Temperatura de color correlacionado de la iluminación.....	31
7.3.5	Requisitos adicionales para el rendimiento de color de la iluminación.....	31
7.3.6	Nivel de alumbrado en las áreas de espectadores circundantes	31
7.3.7	Posición de los proyectores	32
7.3.8	Requisitos adicionales para transmisiones en Cámara Super Lenta (sólo grandes eventos)	32
7.3.9	Consideraciones para otros usuarios.....	33
7.3.10	Efectos de reflejos de la superficie.....	33
Anexo A (Normativo)	Tablas de requisitos.....	35
Anexo B (Informativo)	Desviación A	52
Bibliografía		53

Prólogo europeo

Esta Norma EN 12193:2018 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 169 *Luz e iluminación*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de junio de 2019, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de junio de 2019.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 12193:2007.

En esta revisión, los cambios técnicos principales se pueden dividir entre las necesidades de los jugadores y las de la cámara. Para los jugadores, el índice de rendimiento cromático mínimo ha sido aumentado de $R_a > 20$ a $R_a > 60$. Las tablas de requisitos se han actualizado para considerar deportes que se han hecho populares desde la última edición. Se han incluido recomendaciones sobre el uso del Índice de Deslumbramiento para áreas de deportes de interior.

Los requisitos para televisión y grabación de vídeo se han revisado para reflejar cambios en la tecnología de transmisión desde la última edición. Los niveles de alumbrado han sido revisados en línea con los requisitos para la transmisión HD y 4K, así como técnicas de producción. Para las cámaras, el índice de rendimiento cromático ha sido sustituido por el Índice de Consistencia de Iluminación de Televisión (TLCI – *Television Lighting Consistency Index*), el cual ha sido desarrollado específicamente para cámaras de transmisión. Se incluyen los requisitos para eliminar el parpadeo de las cámaras de cámara lenta, así como para la iluminación de los espectadores.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.

0 Introducción

Esta norma europea trata de la iluminación en instalaciones deportivas, con el fin de asegurar unas buenas condiciones visuales para jugadores, atletas, árbitros, espectadores y para las retransmisiones mediante cámaras de TV en color. El objetivo de este documento es proporcionar recomendaciones y especificar requisitos para una iluminación de buena calidad de las instalaciones deportivas, mediante:

- la optimización de la percepción de la información visual utilizada durante los acontecimientos deportivos;
- el mantenimiento del nivel de prestaciones visuales;
- la proporción de un confort visual aceptable;
- la limitación de la luz perturbadora.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma especifica la iluminación para los eventos deportivos más practicados en Europa, en interiores o exteriores. Este documento sólo considera la iluminación artificial. Proporciona valores para el diseño y control de la iluminación en instalaciones deportivas en términos de iluminancias, uniformidad, limitación del deslumbramiento y propiedades de color de las fuentes de luz. Todos los requisitos se consideran requisitos mínimos. También proporciona métodos para medir estos valores. Para la limitación de deslumbramiento, también contiene restricciones relativas a la posición de las luminarias para aplicaciones específicas.

Para alumbrado de emergencia, este documento hace referencia a los requisitos de la Norma EN 1838.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

EN 1838, *Iluminación. Alumbrado de emergencia.*

EN 12665:2018, *Iluminación. Términos básicos y criterios para la especificación de los requisitos de alumbrado.*

EN 13032-1, *Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 1: Medición y formato de fichero.*

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones incluidos en la Norma ISO 12665:2018 además de los siguientes.

ISO e IEC mantienen bases de datos terminológicas para su utilización en normalización en las siguientes direcciones:

- Electropedia de IEC: disponible en <http://www.electropedia.org/>
- Plataforma de búsqueda en línea de ISO: disponible en <http://www.iso.org/obp>

3.1 área principal; PA (*principal area*):

Área de juego real necesaria para la práctica de un cierto deporte.

NOTA 1 Normalmente, esto significa el área de “campo” real trazado para ese deporte (por ejemplo, fútbol) pero, en algunos casos, esta área comprende un área de juego adicional alrededor del área marcada (por ejemplo, tenis, voleibol, ping-pong).

NOTA 2 En todas las tablas del anexo A se dan ejemplos de tamaños de área comúnmente usados para ciertos deportes. Se deberían comprobar las dimensiones del área particular en el momento en que se diseña una instalación de alumbrado.

3.2 área total; TA (*total area*):

Área que generalmente comprende el área principal (PA) más un área de seguridad adicional fuera del área principal.

NOTA 1 Las dimensiones de esta área están basadas generalmente en el PA (área principal), para el deporte y nivel de competición en cuestión. Para la mayoría de los deportes esta área de referencia está limitada por un rectángulo en el plano horizontal del terreno. En la figura 1 se da un ejemplo de área de referencia, donde *l* (*length*, longitud) y *w* (*width*, anchura) representan respectivamente la longitud y la anchura del área de referencia rectangular. Cuando se especifica un área total (TA), también es necesario satisfacer los requisitos definidos en el punto 7.1 a).

3.3 datos reticulares para medición y cálculo:

Disposición de los puntos de cálculo y medición y su número en cada dimensión del área de referencia.

NOTA 1 Cuando el área de referencia es rectangular, *l* y *w* (véase la figura 1) definen las dimensiones del rectángulo limitado por los cuatro vértices que son comunes para el cálculo y la medición.

NOTA 2 Cuando el área de referencia cubre una pista simétrica, *l* es la cuarta parte de la longitud del límite interno de la pista y *w* la anchura de la pista según se define en la figura 2.

3.4 luz perturbadora:

Luz difusa que, por sus atributos cuantitativos, direccionales o espectrales, en un contexto, dado provoca molestias, incomodidad, distracción o reducción en la capacidad de ver información que es crítica para la tarea visual.

NOTA 1 En el caso de una instalación de alumbrado para deportes en el exterior, la luz perturbadora se considera para los alrededores de la instalación y no para los espectadores, árbitros o jugadores situados dentro del área deportiva.

[FUENTE: EN 12665:2018, 3.2.46, modificada – “eso es crítico para las tareas visuales” en definición añadida, Nota 2 a la entrada no añadida]

3.5 hora límite de iluminación deportiva:

Momento a partir del cual se aplican requisitos más estrictos (para el control de la luz perturbadora).

[FUENTE: EN 12665:2018, 3.5.31]

NOTA 1 A menudo, es una condición para la iluminación establecida por una administración pública, normalmente ayuntamientos.

3.6 Iluminancia media sobre una superficie:

Iluminancia promediada sobre la superficie especificada.

[FUENTE: EN 12665:2018, 3.2.11, modificada – “sobre una superficie” añadido a los términos, Nota 1 a la entrada añadida]

NOTA 1 La iluminancia horizontal se calcula al nivel del suelo (0 m) y la iluminancia vertical se calcula a una altura de 1,5 m, a menos que se diga lo contrario.

3.6.1 Iluminancia media mantenida sobre una superficie:

Valor por debajo del cual no se debe permitir que descienda la iluminancia media sobre la superficie especificada.

NOTA 1 Es la iluminancia media sobre la superficie especificada en el momento en que se realizará el mantenimiento.

3.6.2 Iluminancia media inicial sobre una superficie:

Iluminancia media sobre la superficie especificada cuando la instalación es nueva.

NOTA 1 La iluminancia media inicial se obtiene a partir del valor mantenido especificado dividiendo el último valor entre el factor de mantenimiento en el momento en que se realizará el mantenimiento.

3.7 cámara principal:

Cámara situada en una ubicación para la que se considera que es necesario realizar los cálculos completos.

3.8 cámara secundaria

Cámara en otra ubicación fija, que podría no requerir cálculos completos sobre el área completa (por ejemplo, una cámara detrás de una portera).

3.9 cámara de mano (o cámara itinerante):

Cámara cuya posición puede estar en cualquier lugar del área principal; cámara para la que se necesita calcular, al menos, los cuatro planos verticales paralelos a los bordes del área principal.

3.10 índice de Consistencia de la Iluminación de Televisión; TLCI (*Television Lighting Consistency Index*):

Métrica de color de iluminación desarrollada por la Unión Europea de Radiodifusión y concebida para televisión.

NOTA 1 El TLCI Q_a puede ser un número entre 0 (malo) y 100 (perfecto). Aunque concebida para producciones donde las cámaras alternan entre diferentes ubicaciones y/o iluminaciones, también es útil para la iluminación deportiva.

NOTA 2 Los requisitos EBU se dan en la Recomendación EBU R.137, documento Técnico EBU Tech. 3355 [30].

3.11 gradiente:

Porcentaje de cambio en la iluminancia sobre una distancia especificada.

4 Símbolos y abreviaturas

4.1 Símbolos y unidades

Para los fines de esta norma, se aplican los símbolos dados en la Norma EN ISO 52000-1 y los símbolos específicos listados en la tabla 1.

Tabla 1 – Símbolos y unidades

Símbolo	Nombre de la cantidad	Unidad
b	Anchura del área principal (PA – <i>Principal Area</i>)	m
d	Longitud del área principal (PA – <i>Principal Area</i>)	m
$E_{hor\ Min.}$	Iluminancia horizontal mínima	lx
$E_{hor\ Máx.}$	Iluminancia horizontal máxima	lx
$E_{hor\ Ave}$	Iluminancia horizontal media	lx
$E_{vert\ Min.}$	Iluminancia vertical mínima	lx
$E_{vert\ Máx.}$	Iluminancia vertical máxima	lx
$E_{vert\ Ave}$	Iluminancia vertical media	lx
$E_{cam\ Min.}$	Iluminancia vertical mínima hacia una cámara especificada	lx
$E_{cam\ Máx.}$	Iluminancia vertical máxima hacia una cámara especificada	lx
$E_{cam\ Ave}$	Iluminancia vertical media hacia una cámara especificada	lx
$E_{cam\ Ave\ Stand}$	Iluminancia vertical media hacia una cámara especificada sobre el soporte	lx
$E_{cam\ Ave\ PA}$	Iluminancia vertical media hacia una cámara especificada sobre el área principal	lx
l	Longitud del área total (TA – <i>Total Area</i>)	m
$U1_{hor}$	Uniformidad horizontal mínima a máxima	-
$U2_{hor}$	Uniformidad horizontal mínima a media	-
$U1_{vert}$	Uniformidad vertical mínima a máxima	-
$U2_{vert}$	Uniformidad vertical mínima a media	-
R_a	Índice de rendimiento cromático	-
T_{cp}	Temperatura de color correlacionada	K
Q_a	Índice de consistencia de iluminación de televisión	-
P_w	Incremento de Anchura de retícula de cálculo	m
P_l	Incremento de Longitud de retícula de cálculo	m
PA	Área principal	m ²
TA	Área total	m ²
W_p	Anchura de retícula de cálculo	m
L_p	Longitud de retícula de cálculo	m
R_{UG}	Índice de deslumbramiento unificado	-
R_G	Índice de deslumbramiento	-
$R_{ULMáx.}$	Proporción de salida de luz hacia arriba máxima	%
R_{LO}	Proporción de salida de luz	%
I	Intensidad de la luminaria de cada fuente en la dirección potencialmente molesta	cd
L_b	Luminancia del edificio	cd m ⁻²
f_{TI}	Incremento de umbral	-
w	Anchura del área total (TA – <i>Total Area</i>)	m

Símbolo	Nombre de la cantidad	Unidad
W_{source}	Potencia nominal	W
F_{LLM}	Factor de mantenimiento del flujo luminoso de la lámpara	-
F_{LS}	Factor de supervivencia de la lámpara	-
t_q	Temperatura ambiente asignada de funcionamiento	°C
L_x	Mantenimiento del flujo luminoso	%
B_y	Vida útil asignada	h
F_{BL}	Factor de flujo luminoso del balasto	-
F_{LM}	Factor de mantenimiento de la luminaria	-
F_U	Factor de utilización	-
FF	Factor de parpadeo	%

5 Datos de diseño

5.1 Generalidades

Se deben proporcionar los siguientes datos a los diseñadores y usuarios para la planificación y operación de las instalaciones de alumbrado.

5.2 Datos esenciales de la fuente de luz

5.2.1 Generalidades

Se deben proporcionar los siguientes datos de la fuente de luz para su verificación:

- **Código:** Cualquier combinación de letras y números por los que pueda ser identificado el tipo de lámpara.
- **Dimensiones:** Todas las dimensiones de la fuente de luz que son pertinentes para la luminaria.
- **Potencia nominal** (W_{source}): Se puede declarar la potencia nominal de la fuente de luz (W_{source}) como la potencia aproximada usada para designar o identificar la fuente de luz.
- **Flujo luminoso.**
- **Índice de rendimiento cromático general** (R_a).
- **Temperatura de color correlacionada** (T_{cp}).

5.2.2 Datos de lámparas reemplazables

5.2.2.1 Factor de mantenimiento de los lúmenes de la lámpara (F_{LLM})

El factor de mantenimiento de los lúmenes de la lámpara se puede presentar en forma de gráfico o de datos tabulados. Sin embargo, para que el proyectista configure un esquema de mantenimiento óptimo, se recomienda presentar tales datos en forma tabular.

5.2.2.2 Factor de supervivencia de la lámpara (F_{LS})

El factor de supervivencia de la lámpara se puede presentar en forma de gráfico o de datos tabulados. Sin embargo, para que el proyectista configure un esquema de mantenimiento óptimo, se recomienda presentar tales datos en forma tabular.

5.2.3 Datos de fuente de luz LED

5.2.3.1 Mantenimiento de los lúmenes: Periodo de tiempo durante el cual la salida de luz de la fuente ha caído a x % (L_x).

5.2.3.2 Vida útil asignada media: Periodo de tiempo durante el cual el 50% (B_{50}) de una población de fuentes LED del mismo tipo operando han fallado paramétricamente, bajo condiciones de ensayo estándar según lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

5.2.3.3 Vida útil asignada: Periodo de tiempo durante el cual el y % (B_y) de una población de fuentes LED del mismo tipo operando han fallado paramétricamente, bajo condiciones de ensayo estándar según lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

NOTA Mantenimiento de los lúmenes y vida son generalmente citados para el mismo tiempo, por ejemplo, $L_x B_y @ z$ horas y para una temperatura ambiente especificada.

5.3 Datos esenciales de la luminaria

5.3.1 Generalidades

Los siguientes datos de las luminarias se deben proporcionar para la verificación de la conformidad respecto a los requisitos de esta norma europea.

5.3.1.1 Código de la luminaria: Cualquier combinación de letras y números por la que se identifica el tipo de luminaria.

5.3.1.2 Tabla de Intensidades Normalizada: En los proyectos de iluminación deportiva, la exactitud de los cálculos de iluminancia se basa fundamentalmente en la calidad de la interpolación dentro de la tabla de intensidades de las luminarias usadas. Para requisitos mínimos, véase la Norma EN 13032-1.

5.3.1.3 Factores de corrección: Cuando las prestaciones eléctricas del balasto, usado en las mediciones fotométricas, se desvían más de un 5% de la medición normal, entonces se debe especificar un Factor de Lúmenes del Balasto (F_{BL}).

5.3.1.4 Dimensiones de las partes luminosas de la luminaria: Las dimensiones de aquellas partes de la luminaria a partir de las cuales se emite luz, deben darse en m o en m^2 .

5.3.2 Luminarias con lámparas reemplazables

5.3.2.1 Flujo luminoso de la luminaria: Para luminarias, se debe dar el flujo luminoso asignado de la luminaria.

NOTA Para luminarias con lámparas reemplazables, el flujo luminoso asignado de la luminaria se puede determinar multiplicando el flujo luminoso asignado de la lámpara por la proporción de salida de luz (R_{LO}) de la luminaria. Los balastos de luminarias pueden referirse a un valor del factor de lúmenes del balasto (F_{BL}). En este caso, el valor de R_{LO} debería multiplicarse por el valor de F_{BL} . Para recomendaciones, véase también la Norma EN 13032-1.

5.3.2.2 Temperatura ambiente asignada: Temperatura ambiente más elevada alrededor de la luminaria correspondiente a un funcionamiento seguro de la luminaria bajo condiciones normales de operación, conforme a lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

5.3.3 Luminarias LED

5.3.3.1 Temperatura ambiente asignada de funcionamiento t_q : Temperatura ambiente más elevada alrededor de la luminaria correspondiente a un funcionamiento asignado de la luminaria bajo condiciones normales de operación, según lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

5.3.3.2 Mantenimiento de los lúmenes: Periodo de tiempo durante el cual la salida de luz de la fuente ha caído a x % (L_x).

5.3.3.3 Vida útil asignada media: Periodo de tiempo durante el cual el 50% (B_{50}) de una población de fuentes LED del mismo tipo operando han fallado paraméricamente, bajo condiciones de ensayo estándar, según lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

5.3.3.4 Vida útil asignada: Periodo de tiempo durante el cual el y % (B_y) de una población de fuentes LED del mismo tipo operando han fallado paraméricamente, bajo condiciones de ensayo estándar según lo declarado por el fabricante o el distribuidor responsable.

5.3.3.5 Eficacia luminosa de la luminaria: Relación del flujo luminoso emitido por la luminaria dividido por la potencia consumida por la luminaria incluyendo los controladores.

NOTA El mantenimiento de los lúmenes y vida útil normalmente se designan mediante un mismo término en horas, por ejemplo, $L_x B_y @ z$ horas y para una temperatura ambiente especificada.

5.4 Datos útiles de luminaria

Los datos de luminaria se deben proporcionar a los proyectistas y usuarios en la planificación y operación de instalaciones de alumbrado.

Diagrama de intensidad: La distribución de intensidad presentada en forma de gráfico está destinada fundamentalmente a dar una primera impresión de la forma de la distribución de intensidad luminosa. El gráfico para focos debería tener formato cartesiano.

Factor de mantenimiento de la luminaria (F_{LM}): El factor de mantenimiento de la luminaria (F_{LM}) puede presentarse en forma de gráfico o de datos tabulados. Sin embargo, para que el proyectista configure un esquema óptimo de mantenimiento, se recomienda presentar tales datos en una forma tabular.

Cocientes entre separación y altura: El cociente entre la separación y la altura de los centros geométricos de una disposición de luminarias por encima del plano de referencia en las direcciones axial y transversal.

NOTA Generalmente se emplea en instalaciones en interiores, junto con las tablas UF (véase a continuación).

Tablas de factor de utilización: El factor de utilización (F_U) de una luminaria en una instalación es el cociente entre el flujo luminoso recibido por la superficie de referencia y la suma de los flujos luminosos asignados de las lámparas de la instalación (véase la Norma EN 12665).

NOTA Normalmente, se utiliza en instalaciones en interiores.

Fotometría: Si se ha utilizado fotometría relativa o absoluta.

5.5 Datos esenciales de la instalación

Los siguientes datos de la instalación se deben proporcionar para la verificación de la conformidad con los requisitos de la Norma EN 12193:

- dimensiones del campo: por ejemplo dimensiones de área, véase el anexo A;
- reflectancia del área (requerida para cálculos de deslumbramiento);
- factor de mantenimiento;
- tensión de suministro eléctrico.

6 Principios generales de la instalación de alumbrado

6.1 Retícula de referencia para cálculos y mediciones

6.1.1 Generalidades

La verificación de los valores de iluminancia proporcionados por una instalación de alumbrado requiere mediciones regulares *in situ*. Por ello, es aconsejable definir una retícula específica de tal manera que el proyectista de la iluminación y el cliente puedan tener una base común para los cálculos y las mediciones de la iluminación. Estas retículas son, generalmente, rectangulares. Las iluminancias se calculan o se miden en cada centro de los rectángulos de la retícula. Los límites de la retícula se definen en el apartado 3.3. La referencia de la retícula es, generalmente, el nivel de suelo para la evaluación de la iluminancia horizontal o 1,5 m por encima del suelo para las iluminancias verticales, a menos que se establezca otra cosa. Los puntos de la retícula se determinan por la longitud y la anchura del área de referencia o, para una pista (véase la figura 2), por la cuarta parte de la longitud de su límite interno y su anchura como se describe en el apartado 6.1.2.

6.1.2 Tamaño de la retícula para el cálculo y las mediciones para deportes particulares

En principio, el tamaño de la retícula necesaria para el cálculo y las mediciones depende del área del deporte considerado, la geometría de la instalación, la distribución de la intensidad lumínica de las luminarias empleadas, la exactitud requerida y las magnitudes fotométricas a evaluar. Aunque no se puede describir esta dependencia de una manera sencilla, en la práctica se puede estimar el tamaño máximo de retícula usando la fórmula (1).

$$p = 0,2 \times 5^{\log d} \quad (1)$$

donde

p es el tamaño de la retícula;

d es la dimensión más larga del área de referencia.

El número de puntos en la dimensión más larga viene dado por el número entero impar más próximo a d/p .

La separación resultante entre los puntos de la retícula se usa para calcular el número entero impar más próximo de puntos de retícula en la dimensión más corta. Esto dará un cociente entre longitud y anchura de la celda de retícula próxima a 1.

NOTA La fórmula (que procede de la Norma CIE X005 [3]) se deriva bajo la hipótesis de que el $\log p$ es proporcional al $\log d$, donde:

$$p = 0,2 \text{ m para } d = 1 \text{ m}$$

$$p = 1 \text{ m para } d = 10 \text{ m}$$

$$p = 5 \text{ m para } d = 100 \text{ m}$$

6.1.3 Tamaño de la retícula para el cálculo y las mediciones para pabellones polideportivos.

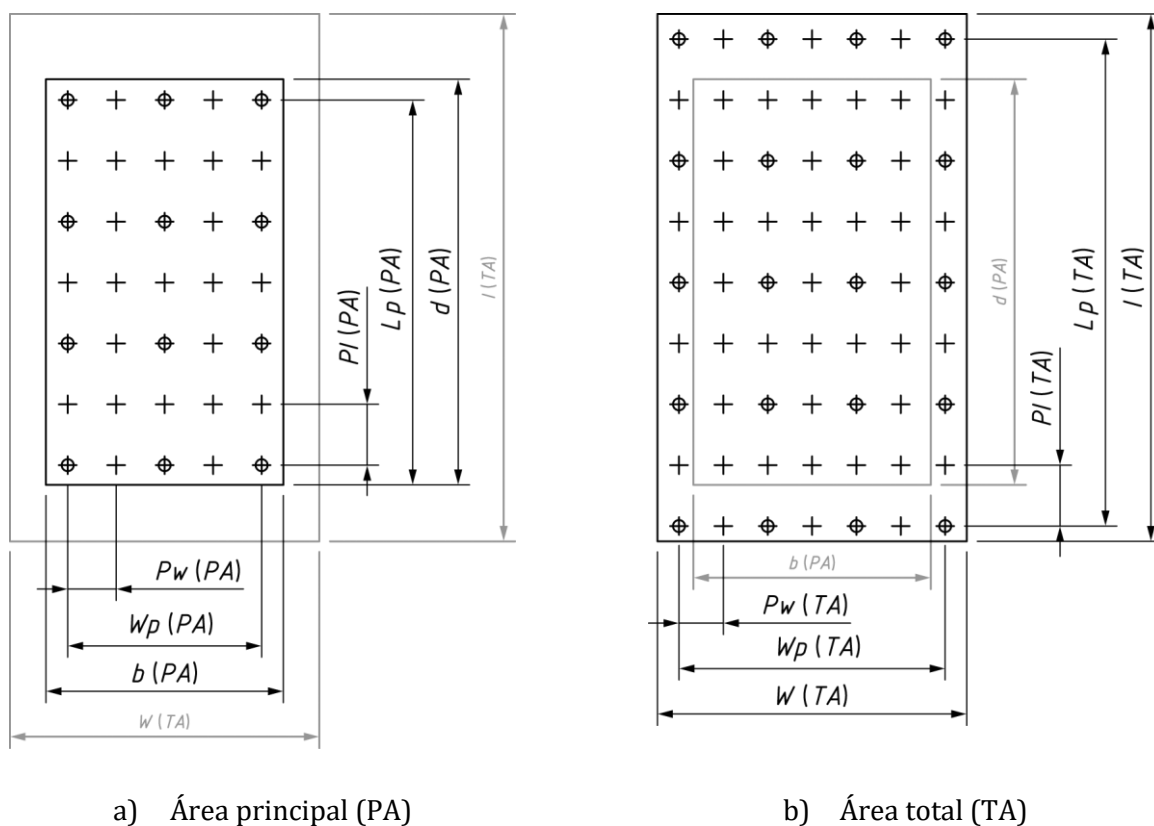
Deberían realizarse comprobaciones para cada área de juego distinta dentro del área total, utilizando la retícula especificada para ese deporte en particular, por ejemplo, cuando hay usuarios o competiciones específicas (por ejemplo, bádminton, baloncesto, voleibol). Cuando hay varias áreas de juego marcadas dentro de un área total (por ejemplo, en un pabellón polideportivo), se puede hacer un cálculo adicional y una medición sobre el área completa, usando las dimensiones de esta área completa para determinar el número de puntos de la retícula de acuerdo con la fórmula (1) del apartado 6.1.2.

6.1.4 Aplicación

La retícula de cálculo se define para verificar las prestaciones especificadas de una nueva instalación. La retícula de medición puede ser la misma que la de cálculo; sin embargo, esto produce normalmente un número excesivo de puntos de medición. Se puede tomar un número reducido de puntos y comparar los valores medidos con los valores de cálculo en los mismos puntos. Esta retícula reducida debería consensuarse en un contrato y usarse como base para las comprobaciones de las prestaciones instaladas. En las tablas agrupadas de requisitos de alumbrado (véase el anexo A) se define el número de puntos de cálculo para la mayoría de los deportes. Ha de observarse que las retículas de cálculo propuestas en el apartado 6.1.2 son tales que el número de puntos para longitud y anchura es impar y siempre permite una retícula de medición cada dos puntos, conservando un reparto simétrico de los puntos sobre el área de referencia. Un ejemplo de puntos de medición se da en la figura 1 con puntos rodeados por un círculo.

NOTA Se puede encontrar más orientación sobre retículas de medición en la Norma CIE 169:2005 [4].

La iluminancia media se determina como la media aritmética obtenida de todos los puntos. Para nuevas instalaciones, el cálculo de las iluminancias iniciales debe compararse con las mediciones reales. Las iluminancias iniciales se calculan a partir de las iluminancias mantenidas recogidas en las tablas de requisitos en el anexo A, teniendo en cuenta un factor de mantenimiento apropiado.



a) Área principal (PA)

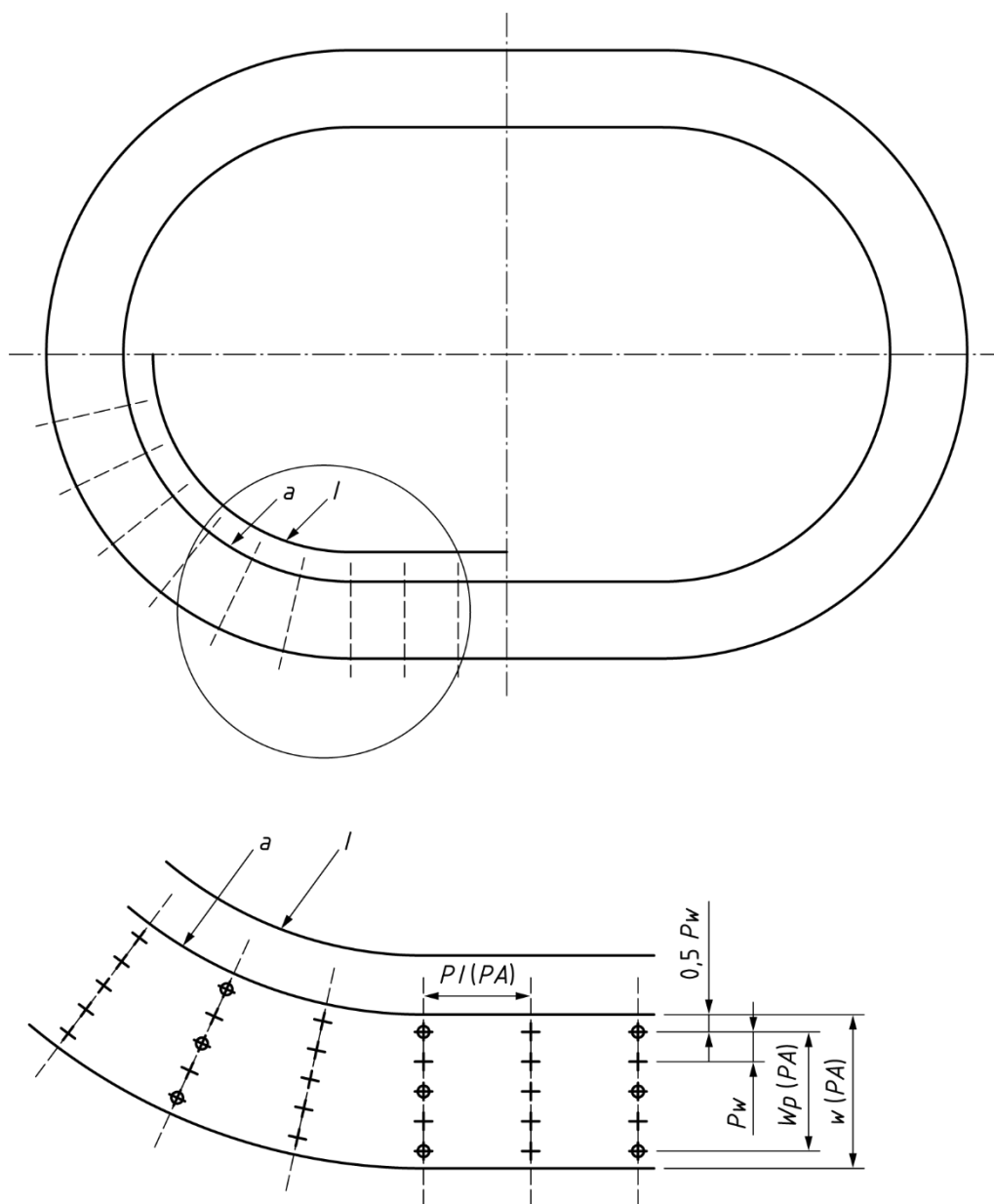
b) Área total (TA)

Leyenda

$P_w(PA)$	Incremento transversal de la red de cálculo de PA	$w_p(PA)$	Anchura de la red de cálculo del área principal
$P_w(TA)$	Incremento transversal de la red de cálculo de TA	$w_p(TA)$	Anchura de la red de cálculo del área total
b	Anchura del área principal (PA)	l	Longitud del área total (TA)
$P_l(PA)$	Incremento longitudinal de la red de cálculo de PA	$L_p(PA)$	Longitud de la red de cálculo del área principal
$P_l(TA)$	Incremento longitudinal de la red de cálculo de TA	$L_p(TA)$	Longitud de la red de cálculo del área total
d	Longitud del área principal (PA)	+	Punto de cálculo
w	Anchura del área total (TA)	⊕	Punto de cálculo y medición

Figura 1 - Área de referencia, puntos de la red de cálculo y ejemplo de puntos de la red de medición

Para áreas de juego no rectangulares, tales como pistas de atletismo, se pueden hacer los cálculos sobre una red rectangular, pero los intervalos entre puntos de cálculo deberían ser lo bastante pequeños para el área de juego contenga suficientes puntos. La longitud l es el 25% de la longitud total de una pista circular. (Véase la figura 2).



Leyenda

- | | | | |
|-------|--|---|------------------------------|
| a | Límite interior de la pista | + | Punto de cálculo |
| w | Anchura de la pista (PA) | ⊕ | Punto de cálculo y medición |
| W_p | Anchura de la retícula de cálculo (PA) | l | Longitud del área total (TA) |
| P_l | Incremento longitudinal de la retícula de cálculo (PA) | | |
| P_w | Incremento transversal de retícula de cálculo | | |

Figura 2 – Área de referencia, puntos de la retícula de medición para una pista

6.2 Equipo de medición

La medición debe usar equipos calibrados de suficiente precisión para que la medición realice y ejecute de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de las mejores prácticas de la industria. La medición se debe hacer para confirmar los valores de diseño para los criterios de iluminación especificados. La conclusión de esto debe ser un informe de verificación de rendimiento de la instalación.

NOTA El equipo de medición puede ser clasificado de acuerdo a normas nacionales tales como DIN 5032-7 Clase B, UNI 11142, BS 667 o BS 7920.

6.3 Registro de medición

Deben incluirse los siguientes detalles en el registro de medición fotométrica:

- a) nomenclatura del campo de deportes;
- b) fecha y hora de la medición;
- c) tipo de instalación y detalles geométricos de la instalación de luminarias;
- d) tipo y número de lámparas, equipos de mecanismos, reductores de nivel de luz y luminarias cuando corresponda;
- e) edad de luminarias y lámparas; número de horas durante las que han funcionado las lámparas;
- f) fecha de la última limpieza y número de horas que ha funcionado la lámpara desde esta última limpieza;
- g) tensión de funcionamiento durante la medición:
 - 1) si la tensión de funcionamiento difiere de la tensión nominal de la lámpara durante la medición, se debe considerar un factor de corrección para el flujo luminoso,
 - 2) la tensión de funcionamiento se debe medir cerca de las lámparas o de los balastos para lámparas de descarga.
- h) temperaturas ambiente de las unidades de medición y de las luminarias;
- i) indicación de la reflectancia de las superficies circundantes (en el caso de interiores);
- j) condiciones climáticas en el caso de instalaciones en exteriores;
- k) tipo de unidad de medición, fabricante, número de serie, clase, calibración;
- l) se anota la situación y la orientación de todas las luminarias que, anormalmente, no funcionan durante la inspección.

6.4 Diferencias prácticas

Es probable que se den diferencias entre los valores medidos y calculados como resultado de:

- a) tolerancias en la fabricación de luminarias, lámparas, etc.;
- b) tolerancias en las mediciones fotométricas;
- c) tolerancias en la posición y en la orientación de las luminarias;
- d) tolerancias de los equipos de medición.

Teniendo en cuenta estas tolerancias, las diferencias entre los valores medios medidos y los calculados deben ser $\leq 10\%$.

Las variaciones en la tensión pueden originar diferencias adicionales y deben ser tenidas en cuenta.

Procedimientos de verificación:

- la verificación debe realizarse mediante mediciones, cálculos o inspección de datos autenticados;
- las mediciones deben hacerse (valores de iluminancia medida) con instrumentos calibrados;
- los datos autenticados (R_a , R_G , f_{Tl} , l , R_{UL}) deben proporcionarse con todas las hipótesis declaradas.

6.5 Mantenimiento

El nivel de alumbrado proporcionado por una instalación de alumbrado decrece a lo largo de la vida como resultado de:

- la degradación de las lámparas y las luminarias;
- la acumulación de suciedad en las lámparas y las luminarias;
- la degradación de las superficies de los locales;
- la tasa de supervivencia de las lámparas.

Por ello, es esencial planificar las operaciones de mantenimiento si los parámetros de diseño originales tienen que satisfacerse a lo largo de la vida de la instalación. De este modo, se espera que los intervalos de limpieza y reposición de las lámparas formen parte del diseño de la iluminación para un área específica.

El factor de mantenimiento debe consensuarse entre el proyectista y el cliente al comienzo del proyecto. Debe incluir el programa de mantenimiento planificado en el que está basado el factor de mantenimiento.

NOTA Para definir el factor de mantenimiento, se puede usar la Norma CIE n° 97:2005 [6] para instalaciones en interiores y la Norma CIE 154:2003 [7] para instalaciones en exteriores.

Se debe considerar, especialmente, la situación de las luminarias, para asegurar el mantenimiento puede llevarse a cabo con los mínimos trastornos.

6.6 Iluminación del área de espectadores

Para el confort visual de los espectadores, el nivel de alumbrado debe ser una media de al menos de 10 lx para área de asientos y de 20 lx para áreas con superficies escalonadas o inclinadas.

6.7 Seguridad de los participantes y reanudación de un evento en caso de fallo del alumbrado

6.7.1 Alumbrado de seguridad de los participantes

La seguridad de los participantes se garantiza mediante la parada de seguridad de un evento cuya continuación podría ser peligrosa en ausencia de iluminación.

El nivel de alumbrado para la parada de seguridad de un evento es un porcentaje del nivel medio para esa clase (véase 7.1) con la uniformidad especificada en las tablas del anexo A. Esto aplica a los siguientes deportes con los porcentajes recogidos más abajo:

- | | |
|---|---|
| - natación | 5% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - gimnasia en interiores | 5% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - deportes ecuestres en interiores y exteriores | 5% durante un periodo mínimo de 120 s. |
| - patinaje de velocidad | 5% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - hockey sobre hielo y patinaje artístico | 5% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - toboganes y <i>bobsleigh</i> | 10% durante un periodo mínimo de 120 s. |
| - salto y aterrizaje de esquí | 10% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - pistas de esquí | 10% durante un periodo mínimo de 30 s. |
| - ciclismo en pista | 10% durante un periodo mínimo de 60 s. |

La uniformidad debería ser del 50% del valor inicial para los periodos mencionados arriba.

El alumbrado de seguridad debe entrar en funcionamiento, de forma inmediata, en el momento en que falle el alumbrado general y mantenerse, al menos, durante el periodo especificado. La Norma EN 1838 se debe aplicar después de este periodo y cumplir con las regulaciones locales.

6.7.2 Alumbrado de seguridad para los espectadores

El alumbrado de seguridad para las áreas de espectadores debe cumplir con la Norma EN 1838 y cumplir con las regulaciones locales.

6.7.3 Reanudación de un deporte

Para la reanudación de un deporte, el nivel de alumbrado debe ser al menos del nivel de la clase III especificado para tal deporte (véanse las tablas del anexo A).

6.8 Limitación del deslumbramiento

6.8.1 Generalidades

El deslumbramiento debe limitarse para impedir una reducción de las prestaciones visuales o una incomodidad claramente perceptible para los jugadores, jueces y espectadores. Este requisito tiene la máxima prioridad.

6.8.2 Interiores

Las fuentes de luz muy brillantes pueden causar incomodidad o incluso deslumbramiento incapacitante. Estos efectos dependen de la posición de estas fuentes en el campo de visión de los jugadores (o espectadores) en el juego. Esto puede requerir una atención especial para el posicionamiento y apantallamiento de fuentes de luz para evitar este efecto, especialmente en deportes en los cuales los atletas tienen que mirar por encima de la horizontal. Algunos organismos rectores de deportes dan limitaciones específicas de la posición de las fuentes de luz para sus deportes.

En los modelos de deslumbramiento incómodo establecidos, como R_{UG} (desarrollado para trabajo en un ambiente de oficina) o R_G (desarrollado para iluminación deportiva en exteriores), se supone que los individuos miran hacia delante o ligeramente hacia abajo.

La dirección de la vista de alguien que participa en un deporte está, sin embargo, cambiando constantemente y, en muchos deportes, está también dirigida hacia arriba.

La investigación indica que R_G puede también usarse para instalaciones deportivas en interiores, pero asumiendo posiciones de visión por debajo de la horizontal. Los valores de R_G dados en el Anexo A sólo se refieren a posiciones de visión por debajo de la horizontal. R_G se puede calcular de acuerdo con la fórmula (2).

Si las instalaciones deportivas se usan también para actividades no deportivas, tales como exámenes o conferencias, se puede usar también R_{UG} .

6.8.3 Exteriores

Se aplican los valores de los índices de deslumbramiento (R_G) usados en las tablas de requisitos en el anexo A. El índice de deslumbramiento debe calcularse para posiciones del observador y ángulos de visión de acuerdo a la fórmula (2), a una altura de 1,5 m.

NOTA La Norma CIE 112 [9] se ha tenido en cuenta para definir los valores de R_G para la mayoría de los deportes.

$$R_G = 27 + 24 \lg \left(L_{vi} / L_{ve}^{0,9} \right) \quad (2)$$

donde

L_{vi} es la luminancia de velo total en cd m^{-2} causada por la instalación de alumbrado y es la suma de las luminancias de velo producidas por cada luminaria individual ($L_{vi} = L_{v1} + L_{v2} + \dots L_{vn}$). La luminancia de velo de las luminarias individuales se calcula como $L_{vi} = 10(E_i/\theta_i^2)$, donde E_i es la iluminancia en el ojo del observador en un plano perpendicular a la línea de visión (2° por debajo de la horizontal) y θ es el ángulo en radianes entre la línea de visión del observador y la dirección de la luz incidente desde la luminaria individual, véase la Norma EN 13201-3 [28];

L_{ve} es la luminancia de velo equivalente del entorno en cd m^{-2} . A partir de la hipótesis de que la reflexión del entorno es totalmente difusa, la reflexión de velo equivalente del entorno puede calcularse como $L_{ve} = 0,035 \cdot \rho \cdot E_{\text{hor Ave}} \cdot \pi^{-1}$, donde ρ representa la reflectancia media y $E_{\text{hor Ave}}$ la iluminancia media del área.

6.9 Colores de superficie y propiedades de reflexión

Los colores de superficie deben elegirse teniendo en cuenta las tareas normales implicadas en las actividades pretendidas, incluyendo el conocimiento de los colores de los objetos que tienen que verse contra el fondo en cuestión.

Estas superficies deberían ser mates para evitar el deslumbramiento debido a reflexión de fuentes brillantes.

6.10 Luz perturbadora

Para proteger y mejorar el ambiente nocturno, es necesario controlar la luz perturbadora, que puede provocar problemas fisiológicos y ecológicos en los alrededores y en los individuos.

Los límites de la luz perturbadora para instalaciones de alumbrado en exteriores, para minimizar problemas para los individuos, se dan en la tabla 2 y, para los usuarios de la carretera, en la tabla 3.

Tabla 2 – Luz perturbadora directa máxima permitida para instalaciones de alumbrado en exteriores

Zona medioambiental	Luz en propiedades		Intensidad de las luminarias		Luz hacia arriba	Luminancia del edificio
	$E_{vert Ave}$ lx		I cd		R_{ULMax} %	L_b cd m ⁻²
	Antes de la hora límite ^a	Después de la hora límite ^a	Antes de la hora límite ^a	Después de la hora límite ^a		
E1	2	0	2 500	0	0	0
E2	5	1	7 500	500	5	5
E3	10	2	10 000	1 000	15	10
E4	25	5	25 000	2 500	25	25
E1	representa zonas intrínsecamente oscuras, tales como parques nacionales o zonas protegidas;					
E2	representa zonas de baja luminosidad, tales como zonas rurales, sean industriales o residenciales;					
E3	representa zonas de luminosidad media, tales como alrededores de ciudades, sean zonas industriales o residenciales;					
E4	representa zonas de luminosidad elevada, tales como centros de ciudades y áreas comerciales;					
$E_{vert Ave}$	es el valor medio de iluminancia vertical en propiedades en las cuales no debería ser excedido, en lx;					
I	es la intensidad de la luminaria de cada fuente en la dirección potencialmente perturbadora en cd;					
L_b	es la luminancia media máxima de la fachada de un edificio en cd m ⁻² ;					
R_{ULMax}	es la proporción de flujo de la(s) luminaria(s) que se emite por encima de la horizontal, cuando la(s) luminaria(s) está(n) montada(s) en su(s) posición(s) y disposición(es) instalada(s).					
a	En caso de que no haya disponibles regulaciones de hora límite, no se debe exceder los valores superiores y se debería tomar como límites preferentes los valores menores.					

Tabla 3 – Valores máximos del incremento de umbral procedente de la instalación de alumbrado deportiva

Parámetro luminotécnico	Sin alumbrado de carretera	Clasificación de carretera ^a		
		M5	M4/M3	M2/M1
f_{TI}^b	15% basado en luminancia de adaptación de 0,1 cd m ⁻²	15% basado en luminancia de adaptación de 1 cd m ⁻²	15% basado en luminancia de adaptación de 2 cd m ⁻²	15% basado en luminancia de adaptación de 5 cd m ⁻²
Los límites se aplican cuando los usuarios de sistemas de transporte están sujetos a reducción en la capacidad para ver información esencial. Los valores dados son para posiciones relevantes y direcciones de visión en el trayecto de desplazamiento. La tabla 5.2 de la Norma CIE 150:2003 da valores correspondientes para la luminancia de velo L_v				
a Clasificación de alumbrado de carreteras, como se da en la Norma CIE 115:2010 [10].				
b Cálculo de f_{TI} , como se da en la Norma EN 13201-3 [12].				

7 Requisitos para la iluminación de los deportes más practicados en Europa

7.1 Requisitos generales

El anexo A contiene 29 tablas de requisitos. Las siguientes explicaciones y la tabla 4 ayudan en la selección de la clase de alumbrado.

- a) Todas las iluminancias recogidas en las tablas se mantienen y se aplican al área principal de juego, PA.

Además, cuando las áreas totales (TA) se especifiquen en las tablas, sus requisitos de iluminancia deben ser $\geq 75\%$ y la uniformidad $\geq 75\%$ de aquellas del área principal (PA) del deporte que se está considerando.

- b) Para uniformidad horizontal $U1_{hor}$ debe ser $\geq 50\%$ $U2_{hor}$.
- c) Las dimensiones del área de referencia se redondean a un número entero y sólo a título informativo, a fin de determinar el número de puntos de la retícula. Para las dimensiones exactas, debería contactarse con la Federación de cada deporte en concreto. Para algunos deportes, hay una variación en las dimensiones del campo de juego que afecta al número de puntos de la retícula. Las dimensiones mínimas y máximas típicas se muestran en las tablas junto con los números de puntos correspondientes.
- d) Es importante tener en cuenta, a la hora de seleccionar la clase de alumbrado a emplear, el nivel de práctica de juego y la distancia de visión del espectador. Cuanto mayor sea el nivel de la práctica de juego y mayor sea la distancia de visión del espectador, mayor debe ser la clase de alumbrado seleccionada.
- e) También se pueden tener en cuenta iluminancias semicilíndricas, pero no se han proporcionan niveles indicativos, ya que los valores reales dependerán tanto de las posiciones de visión como del tipo de instalación.
- f) Las tablas de requisitos están basadas principalmente en las necesidades de los participantes. Es necesario asegurar una componente vertical mínima a una altura de 1,50 m. Generalmente esta no debería ser menor del 30% del nivel horizontal dependiendo tanto de las direcciones de visión y del tipo de instalación.
- g) Alumbrado clase I: Competición del más alto nivel, tal como competición internacional y nacional, que implicará generalmente grandes capacidades de espectadores con distancias de visión potencialmente largas. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de nivel superior. Para algunos deportes los requisitos del órgano rector podrían prevalecer sobre los valores de esta norma.

Alumbrado clase II: Competición de nivel medio, tal como competición regional o de clubes locales, que implica generalmente capacidades de tamaño medio de espectadores con distancias de visión medias. También se puede incluir en esta clase el entrenamiento de alto nivel.

Alumbrado clase III: Competición de bajo nivel tal como competición local o de clubes pequeños, que generalmente no implica espectadores. También se incluye en esta categoría el entrenamiento general, la educación física (deportes escolares) y actividades recreativas.

Tabla 4 – Selección de la clase de alumbrado

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	X		
Regional	X	X	
Local	X	X	X
Entrenamiento		X	X
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			X

7.2 Requisitos por deporte no televisado

La tabla 5 recoge los principales deportes practicados en Europa que están incluidos en esta norma.

Tabla 5 – Lista de deportes (en orden alfabético)

Deporte		Tabla
Aeróbic	Interior	A.3
Fútbol americano	Exterior	A.21
Tiro con arco	Interior	A.5
	Exterior	A.15
Atletismo (todas las actividades)	Interior	A.3
	Exterior	A.13
Bádminton	Interior	A.1
Bandy	Exterior	A.19
Béisbol	Exterior	A.14
Baloncesto	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Voley playa	Exterior	A.21
Billar	Interior	A.11
BMX	Exterior	A.18
Bobsleigh, Luge y Tobogán	Exterior	A.28
Boccia (petanca paralímpica)	Interior	A.8
	Exterior	A.20
Bolos	Interior	A.8
	Exterior	A.20
Bolos (10 bolos/9 bolos)	Interior	A.5
Bolos (plano y corto)	Interior	A.9
Boxeo	Interior	A.10

Deporte		Tabla
Críquet	Interior	A.1
	Exterior	A.14
Redes de cricket	Interior	A.1
Curling	Interior	A.12
	Exterior	A.12
Baile (aeróbic/mantenimiento)	Interior	A.3
Dardos	Interior	A.7
Equitación	Interior	A.3
	Exterior	A.13
Esgrima	Interior	A.1
Fistball	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Floorball	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Fútbol (5/6)	Interior	A.2
Fútbol (asociación)	Exterior	A.21
Karting	Interior	A.2
	Exterior	A.18
Golf	Exterior	A.26
Golf campo de prácticas	Exterior	A.26
Gimnasia	Interior	A.3
Balonmano	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Hockey	Interior	A.1
	Exterior	A.22
Carreras de caballos	Exterior	A.24
Exhibición ecuestre (ver equitación)		
Hockey sobre hielo	Interior	A.1
	Exterior	A.19
Patinaje artístico sobre hielo	Interior	A.1
Patinaje en línea	Interior	A.3
	Exterior	A.13
Judo	Interior	A.2
Korfball	Interior	A.2
	Exterior	A.21

Deporte		Tabla
Artes marciales	Interior	A.2
Netball	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Pádel	Exterior	A.16
	Interior	A.4
Petanca	Interior	A.8
	Exterior	A.20
Raquetbol	Interior	A.1
Ciclismo	Exterior	A.17
Patinaje sobre ruedas	Interior	A.3
Rugby	Exterior	A.21
Running (<i>street/cross country</i>)	Exterior	A.17
Gimnasia rítmica	Interior	A.3
Deportes escolares	Interior	A.2
Tiro	Interior	A.5
	Exterior	A.15
Pista de patinaje	Exterior	A.29
Esquí Alpino/estilo libre/saltos	Exterior	A.23
Esquí de fondo	Exterior	A.17
Snooker	Interior	A.11
Soccer (véase fútbol)		
Sófbol	Exterior	A.25
Patinaje de velocidad (400 m y pista corta)	Interior	A.3
	Exterior	A.13
Squash	Interior	A.1
Natación (todos los estilos)	Interior	A.6
	Exterior	A.27
Ping-Pong	Interior	A.1
Tenis	Interior	A.4
	Exterior	A.16
Ciclismo en pista	Interior	A.2
	Exterior	A.18
Juego de la soga (<i>tug of war</i>)	Exterior	A.21
	Interior	A.2
Voleibol	Interior	A.2
	Exterior	A.21

Deporte		Tabla
Escalada de pared	Interior	A.3
Waterpolo (ver Natación)		
Halterofilia	Interior	A.2
Lucha libre	Interior	A.2

7.3 Requisitos específicos para televisión y grabación de vídeo

7.3.1 Generalidades

Los requisitos de iluminación para radiodifusión son, generalmente, el aspecto principal a considerar en grandes instalaciones deportivas y serán la base principal para el diseño de la iluminación. Los niveles de iluminancia vertical dependen principalmente de la velocidad de acción, la distancia de disparo, el ángulo de las lentes y la velocidad de obturación de la cámara. Sin embargo no se deberían olvidar las necesidades de los atletas. Es importante considerar los requisitos de iluminación en la etapa más temprana posible en el diseño del lugar, porque una asignación incorrecta de la posición del alumbrado podría afectar severamente a la imagen de la transmisión.

Las cámaras modernas están haciendo uso de CCDs (dispositivos acoplados de carga - *charge coupled devices*) y de CMOS (Óxido de Metal Complementario sobre Silicio - *Complimentary Metal Oxide on Silicon*) con ruido de imagen reducido (calidad degradada), aumentando el rango dinámico del dispositivo de imagen y permitiendo un mayor rango de contraste para ser acomodado. Se tiene en cuenta la TV de alta definición, la Cámara Super Lenta, TV UHD y la necesidad de minimizar el uso de ganancia como un sustituto para una iluminación suficiente. Además, mejoras en los circuitos de video permiten un aspecto de película y un mayor rango de contraste de la escena. Al final, es un balance entre calidad de imagen y coste. Otros documentos relacionados con este tema se dan en la bibliografía.

Cuando se considera la iluminación para la transmisión, la situación ideal consiste en disponer un alumbrado que permita alcanzar el mejor nivel posible para los eventos que serán regularmente televisados y el uso del lugar. Este estándar considera dos categorías: mínimo para una transmisión aceptable y la mejor práctica para la mayoría de los eventos. Cuando la instalación está siendo construida de nueva es posible por las necesidades de la iluminación influir en el diseño en términos de localización, ángulos de orientación, etc. Sin embargo si la instalación ya existe entonces alturas de montaje disponibles, localizaciones, etc., podrían impedir que el estándar requerido sea alcanzado. Es importante por lo tanto conseguir que la especificación de iluminación y el diseño del edificio trabajen conjuntamente.

7.3.2 Iluminancia vertical

Para determinar la iluminancia vertical, los puntos de cálculo deben ser como se especifica en las tablas de requisitos de iluminación en el anexo A, en puntos de la retícula a una altura de 1,50 m (valor por defecto) sobre la superficie de juego. Es fundamental que las posiciones de la cámara principal sean conocidas en la etapa de diseño de la iluminación. Cuando las posiciones no están definidas y se encuentran en un área que limita una de las líneas laterales, por ejemplo, de un campo de fútbol, las iluminancias en planos verticales enfrentados a la línea lateral deben satisfacer los requisitos de nivel y uniformidad. Véase la tabla 6 y la tabla 7.

Si se definen las posiciones de cámara fija, es posible tomar los planos verticales sobre los que se deben satisfacer los requisitos como aquéllos que están frente a las posiciones de estas cámaras.

En el caso de una elección de la posición de la cámara sin restricciones o el uso de cámaras portátiles, se debe tener en cuenta las iluminancias en los planos verticales en las cuatro direcciones perpendiculares a los de PA.

Cuando PA no es una forma simple, tal como un terreno de fútbol rectangular, (por ejemplo, en las pistas), la orientación del plano o planos verticales que están frente a la posición o posiciones de la(s) cámara(s) debería(n) decidirse de acuerdo con los principios generales descritos en CIE 67 [1], CIE 83 [2] y CIE 169 [3].

El Área Principal (PA) puede especificarse para una cámara en particular sin cubrir el Área Principal total.

Tabla 6 - Iluminancia perpendicular mínima (normativa)

Iluminancia perpendicular			
4 planos perpendiculares ^b o hacia cámara(s) especificada(s)			
	$E_{vert\ Min.}\ o\ E_{cam\ Min.}\ ^a$	Gradiente	$E_{cam\ Min.}/E_{cam\ Ave}$
Requisitos mínimos	600 lx	6% sobre 1 m	0,60
a Para garantizar valores de iluminancia mínimos y medios recomendados durante el periodo total de operación de una instalación, todos los valores anteriores E_{cam} son valores a mantener (el valor más bajo del nivel de alumbrado perderá valor con el tiempo). b La relación de la iluminancia vertical media en cualquier punto de PA, entre los cuatro planos ortogonales verticales a 90° enfrente con los cuatro lados de PA, debería ser $\geq 0,60$.			

Tabla 7 - Iluminancia perpendicular mínima para grandes eventos (informativa)

Iluminancia perpendicular			
4 planos perpendiculares ^b y hacia cámara(s) especificada(s)			
	$E_{vert\ Min.}\ y\ E_{cam\ Min.}\ ^a$	Gradiente	$E_{cam\ Min.}/E_{cam\ Ave}$
Requisitos mínimos	1 400 lx	5% sobre 1 m	0,70
a Para garantizar valores de iluminancia mínimos y medios recomendados durante el periodo total de operación de una instalación, todos los valores anteriores $E_{cam\ Min}$ son valores a mantener (el valor más bajo del nivel de alumbrado perderá valor con el tiempo). b La relación de la iluminancia vertical media en cualquier punto de PA, entre los cuatro planos ortogonales verticales a 90° enfrente con los cuatro lados de PA debería ser $\geq 0,60$.			

Algunos organismos deportivos han definido sus propias recomendaciones específicas para los niveles de alumbrado de la transmisión, los cuales se deberían consultar según sea apropiado.

Los cálculos se basan en;

- a) 4 planos verticales girados sobre un eje vertical que es perpendicular al suelo;
- b) un plano normal a la cámara especificada.

Para instalaciones televisadas, el nivel de alumbrado se determina por $E_{cam\ Min.}$ o $E_{vert\ Min.}$. Para iluminancia horizontal, la uniformidad es lo más importante.

Como el campo iluminado forma una mayor parte del campo de visión de la cámara, la relación entre la iluminancia horizontal media $E_{hor Ave}$ y la iluminancia vertical media (relativa a las cámaras principales) $E_{cam Ave}$ influirá en la calidad del contraste de la imagen. Véanse las tablas 8 y 9.

Como las cámaras reaccionan a la luminancia, la reflectancia del Área Principal (PA) tiene un importante papel en la consecución del balance correcto; la relación especificada entre la iluminancia horizontal y la iluminancia vertical ($E_{hor Ave}/E_{cam Ave}$) dependerá del factor de reflectancia de PA. Los valores calculados incluyen el componente directo y reflejado.

Tabla 8 - Iluminancia horizontal (normativa)

	Iluminancia horizontal			
	$E_{hor Ave}/E_{cam Ave}$	U_{2hor}	U_{1hor}	Gradiente
Requisitos mínimos	0,5 a 2,0	0,70	0,50	5% sobre 1 m

Tabla 9 - Iluminancia horizontal (informativa)

	Iluminancia horizontal			
	$E_{hor Ave}/E_{cam Ave}$	U_{2hor}	U_{1hor}	Gradiente
Grandes eventos	0,5 a 1,5	0,80	0,60	5% sobre 1 m

7.3.3 Reflejos no deseados o luz rebotada (informativo)

Los reflejos de fuentes brillantes tales como proyectores o luz del sol/luz natural en la superficie de juego pueden producir imágenes brillantes que afectarán a la imagen de la cámara. Estos fenómenos dependen de la posición de la fuente respecto a las cámaras y de la superficie de reflexión. Se puede usar un software para predecir dónde podrían ocurrir y de ese modo poder tomar una acción preventiva en la etapa de diseño. Esto se denomina "luz rebotada" (*skip light*) por las emisoras. Conociendo la ubicación de las cámaras principales y un esquema geométrico, es posible limitar la aparición de contraluz (luz de fondo), véase la figura 3.

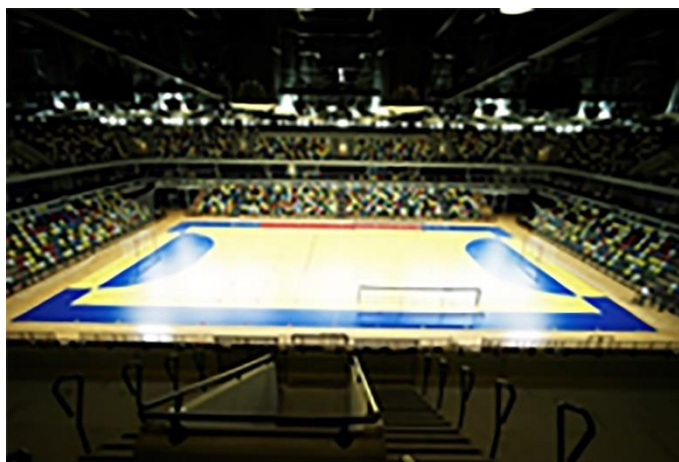


Figura 3 - Evitar reflejos de las superficies

7.3.4 Temperatura de color correlacionado de la iluminación

En el caso de instalaciones en exteriores, la temperatura de color correlacionado de la iluminación artificial debe estar entre 5 000 K y 6 000 K cuando se use iluminación con focos durante el día y al anochecer. Se debería señalar que los emisores requieren una temperatura de color constante donde sea posible y no les gusta una mezcla significativa de temperaturas de color. El emisor requerirá, en casi todos los casos, la menor cantidad de luz natural posible dentro de un lugar interior, en particular si afecta la PA. Los emisores, generalmente, piden una ausencia total de luz natural sin comprometer los niveles de luz diurna permitidos.

La temperatura de color de cada fuente de luz debe estar dentro de 10 la temperatura de color recíproca (“mired”) del valor especificado por el sistema.

$$Mired = 10^6 / T_{cp}$$

7.3.5 Requisitos adicionales para el rendimiento de color de la iluminación

TLCI ha sido desarrollado específicamente como una métrica para la reproducción del color en televisión. Muchos fabricantes de luminarias publican los valores TLCI Q_a , y se pueden verificar por una medición en cualquier momento. Un valor de TLCI $Q_a > 80$ dará un buen rendimiento del color tanto en televisión como para la audiencia en el lugar.

Véase la tabla 10.

Tabla 10 – Índice de Consistencia de Iluminación de Televisión (informativo)

	TLCI
Grandes eventos	> 80
Requisitos mínimos	> 60

7.3.6 Nivel de alumbrado en las áreas de espectadores circundantes

Para tomas de cámara de televisión, es deseable que las áreas que bordean el campo de juego se iluminen hasta una cierta extensión, pero que esto decaiga más allá de las primeras 12 filas. Esto asegurará un contraste adecuado entre la acción deportiva y su fondo. Generalmente, esto se expresa como una relación entre la iluminancia vertical media a 1,50 m de altura sobre las primeras 12 filas de asientos hacia la cámara principal y la iluminancia vertical media a 1,50 m de altura sobre el área principal (PA) hacia la cámara principal. Véase la tabla 11.

Tabla 11 – Iluminancia circundante (informativo)

	Cámaras principales $E_{cam Ave Stand} / E_{cam Ave PA}$
Grandes eventos	0,10 a 0,25
Requisitos mínimos	0,10 a 0,25

Dependiendo del estilo de producción, algunos deportes pueden requerir una atención especial, por ejemplo un “tratamiento teatral”, en que la luz en las gradas es reducida al mínimo para crear un efecto más dramático.

7.3.7 Posición de los proyectores

7.3.7.1 Generalidades

Para cámaras que apuntan al área de juego, el resplandor se puede minimizar asegurando que los proyectores no se sitúan directamente en el campo de visión, véase la tabla 12. Las ubicaciones de los proyectores deberían acordarse en las etapas más tempranas del diseño de la instalación, puesto que pueden tener implicaciones estructurales.

7.3.7.2 Exterior

Tabla 12 – Límite de ángulos de apuntado (informativo)

	El ángulo de apuntado de la luminaria en elevación, debe ser	Ninguna luminaria debe apuntar directamente a la cámara
Grandes eventos	$\leq 65^\circ$	no dentro de un cono de 50°
Requisitos mínimos	$\leq 70^\circ$	no dentro de un cono de 50°

Aunque R_G no estaba desarrollado para TV, se ha encontrado (en ausencia de un parámetro adecuado) que proporciona una buena indicación en cuanto a la expectativa de destellos en la lente. Véase la tabla 13.

Tabla 13 – Índice de deslumbramiento R_G en la posición de la cámara (informativo)

	Interior	Exterior
Grandes eventos	≤ 35	≤ 40
Requisitos mínimos	≤ 40	≤ 45

7.3.8 Requisitos adicionales para transmisiones en Cámara Super Lenta (sólo grandes eventos)

Las Cámaras Super Lentas (*SSM – Super Slow Motion*) operan a velocidades de disparo por encima de 150 imágenes por segundo (*fps – frames per second*) y son ahora normalmente utilizadas entre 300 fps y 600 fps, para producir pequeños fragmentos de acción en cámara lenta. Las cámaras con velocidades por encima de los 300 fps se llaman normalmente “cámaras-ultra-lentas” (*USM – Ultra Slow Motion*).

Las lámparas tradicionales y las tecnologías de alumbrado y de control, así como las fuentes de luz de estado-sólido y sus drivers, pueden producir una modulación de luz de 100 Hz, la cual es detectable por una cámara con estas velocidades de imagen. Las frecuencias de modulación de la luz de 100 Hz o mayores se hacen visibles como efectos cuando se utilizan los grabadores SSM/USM. Los efectos típicos son pantallas parpadeantes o con bandas. La severidad y tipo de estos efectos visibles depende del tipo de disparador y de la velocidad de disparo seleccionada. Para evitar la visibilidad de efectos debidos a la modulación de la luz detectada por cámaras SSM/USM es necesario especificar los valores máximos de estas modulaciones de la luz. La especificación se expresa usando la profundidad de modulación métrica, más comúnmente llamado Factor de parpadeo.

El Factor de Parpadeo FF (*Flicker Factor*) (Profundidad de Modulación – *Modulation Depth*) se define con la fórmula (3) y se puede derivar por la modulación de la iluminancia sobre el tiempo.

$$FF (\%) = \frac{E_{\text{hor Máx.}} - E_{\text{hor Mín.}}}{E_{\text{hor Máx.}} + E_{\text{hor Mín.}}} \times 100 \quad (3)$$

donde

$E_{\text{hor Mín.}}$ es la iluminancia horizontal mínima en el tiempo en un punto de la red de cálculo;

$E_{\text{hor Máx.}}$ es la iluminancia horizontal máxima en el tiempo en el punto correspondiente de la red de cálculo.

Para tiempos de integración de 1/15 s a 1/2 000 s un $FF < 1\%$ dará parpadeo tres imágenes. Esto es independiente del valor de iluminancia. Para frecuencias por encima de 40 kHz el FF debería ser rebajado a $\leq 5\%$.

Los efectos no deseados causados por parpadeo se pueden controlar por:

- usando un sistema de alumbrado que cumpla con esta especificación para parpadeo;
- balastos electrónicos;
- evitar un control del nivel de alumbrado que use modulación de ancho de pulso.

La luz que llega al área de espectadores, definida en 7.3.6, también está sometida al mismo requisitos de parpadeo, ya que crea el fondo de la imagen de la cámara.

Hay medidores apropiados disponibles para la medición directa de FF.

7.3.9 Consideraciones para otros usuarios

Junto con la consideración para emisoras, la iluminación también debe cumplir las necesidades de los participantes, espectadores y jueces. El posicionamiento del alumbrado para alcanzar los requisitos de las emisoras puede producir deslumbramiento para estos otros usuarios. Se deberían también cumplir los valores de R_G especificados en el Anexo A para los jugadores. En general, los proyectores no se deberían posicionar dentro de 10° de la línea de visión de los jueces con una posición fija. El organismo responsable para cada deporte individual debería ser capaz de ofrecer consejos específicos para su deporte.

7.3.10 Efectos de reflejos de la superficie

El reflejo desde la superficie de juego podría contribuir a la iluminancia vertical. Como guía, la tabla 14 da valores típicos de reflectancia para superficies que pueden ser usadas en el cálculo.

Tabla 14 – Reflexión de superficie

Superficie		Valores de reflexión difusa
Campo de hierba (artificial/natural)		0,15 a 0,25
Parquet deportivo		0,20 a 0,40 ^a
Suelo sintético		0,15 a 0,60 ^a
Arcilla de tenis		0,15 a 0,20
Nieve		0,60 a 0,80
Arena		0,10 a 0,50
Pista sucia de carreras de caballos		0,05
Hielo – pintado		0,70
Hielo – sin pintar		0,40 a 0,50
Hormigón gris expuesto, dependiendo de la versión		0,25 a 0,45
Ladrillos expuestos	Ladrillos rojos	0,15 a 0,3
	Ladrillos amarillos	0,30 a 0,45
	Arenisca de lima	0,50 a 0,55
Superficies de madera	Oscura	0,10 a 0,20
	Media	0,20 a 0,40
	Brillante	0,40 a 0,50
Embaldosado	Oscuro	0,10 a 0,15
	Medio	0,15 a 0,25
	Brillante	0,25 a 0,40
a Dependiendo del color de la superficie.		

Anexo A (Normativo)

Tablas de requisitos

Todas las dimensiones de las áreas - área total y área principal - recogidas en las tablas A.1 a A.28 sólo tienen carácter informativo (véase 3.1).

Tabla A.1

Interior		Área de referencia		Números de puntos de retícula				
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura			
Badminton ^a	PA	13,4	6,1	11	5			
	TA (máx.)	18	10,5	11	7			
Críquet	PA	32	20	15	9			
Redes de críquet	PA	33	4	15	3			
Esgrima	PA	14	2	11	3			
	TA (máx.)	18	5	11	3			
Hockey	PA	40	20	15	7			
	TA	44	24	15	7			
Hockey/Patinaje artístico sobre hielo ^c	PA	60	30	17	9			
Raquetbol ^b	PA	18,3	9,1	11	5			
Squash ^b	PA	9,7	6,4	9	5			
Tenis de mesa	PA	9	4,5	9	3			
	Iluminancia horizontal		Iluminancia vertical (sólo esgrima) ^e		Iluminancia horizontal (Redes de críquet)		R_G ^d	R_a
	$E_{hor\ Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{vert\ Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{hor\ Ave}$ lx	U_{2hor}		
I	750	0,70	500	0,70	1 500	0,80	35	80
II	500	0,70	300	0,70	1 000	0,80	40	60
III	300	0,70	200	0,70	750	0,80	40	60
<p>a Las luminarias no deberían situarse en la parte del techo que está encima del área de juego principal.</p> <p>b Deberían evitarse luminarias funcionando en el espacio de 1 m de la pared lateral.</p> <p>c Para alturas de montaje por debajo de 8 m la relación $E_{mín.}/E_{máx.}$ debería ser mayor de 0,50. Para la Clase III la uniformidad puede rebajarse a 0,50.</p> <p>d R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.</p> <p>e La iluminancia vertical se calcula en los mismos puntos de la retícula como horizontal en 4 planos verticales ortogonales en una altura de 1,50 m.</p>								

Tabla A.2

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Baloncesto ^a	PA		28	15	13	7
	TA		32	19	15	9
Ciclismo en pista ^{b c}	250 m	PA	62,50	7	17	3
	(véase la figura 2) 333,33 m	PA	83,33	7	19	3
Fistball	PA		50	20	17	7
	TA		66	32	17	9
Floorball	PA		40	20	15	7
	TA		43	22	15	7
Fútbol (5/6)	PA		30 a 40	18,5 a 20	13 a 15	9
	TA (máx)		44	24	15	9
Karting			-	-	-	-
Balonmano	PA		40	20	15	7
	TA		44	24	15	9
Judo	PA		10	10	11	11
	TA		17	17	11	11
Korfball ^a	PA		40	20	15	7
	TA		44	24	15	9
Artes marciales	Kendo	PA	11	11	11	11
	Karate	PA	8	8	9	9
		TA	11	11	11	11
Netball ^a	PA		30,50	15,30	13	7
	TA		37,50	22,50	15	9
Deportes escolares (educación física) ^e			-	-	-	-
Juego de la soga (<i>tug of war</i>)			-	-	-	-
Voleibol ^{d f}	PA		24	15	13	9
Halterofilia	PA		4	4	7	7
	TA		6	6	9	9
Lucha libre	PA		9 m día	9 m día	9	9
	TA		12 m día	12 m día	11	11

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Clase	Iluminancia horizontal		-		R_G^g	R_a
	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}	-	-		
I	750	0,70	-	-	35	80
II	500	0,70	-	-	40	60
III	200	0,50	-	-	40	60

a Las luminarias no deberían situarse en la parte del techo que está por encima de un círculo de 4 m de diámetro alrededor de la canasta.

b La iluminancia se toma en la superficie de la pista.

c La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser 1 000 lx para el equipo de foto-finish y los jueces.

d Para Clase I, las luminarias no deberían situarse en la parte del techo que está directamente encima del área entre las dos líneas de ataque y las líneas laterales (área de configuración: 3 m a la izquierda y a la derecha desde la red). Esto sólo aplica para la pista central.

e Las dimensiones y los tamaños de las retículas dependen del deporte específico.

f Para la Clase I, la competición internacional en el máximo nivel podría justificar una superficie de 34 m × 19 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de retícula es entonces 15 × 9.

g R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.3

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Aerobic			-	-	-	-
Atletismo ^a	Pista 200 m PA	PA	50	4,90 a 9,80	17	3
	Campo PA	PA	85 a 93	30 a 42	19	7 a 9
Baile			-	-	-	-
Equitación	Salto	PA	60	40	17	11
	Doma	PA	70	30	19	9
Gimnasia		PA	32 a 50	22,50 a 25	15 a 17	9
Patinaje en línea			-	-	-	-
Patinaje sobre ruedas		PA	40	20	15	9
Gimnasia Rítmica		PA	14	14	11	11
Patinaje de velocidad	400 m	PA	50	6	17	3
	Pista corta	PA	100	8	21	3
Escalada en pared			-	-	-	-
Clase	Iluminancia horizontal		Iluminancia vertical (Escalada de pared)		R_G ^b	R_a
	$E_{hor Ave}$ lx	$U2_{hor}$	$E_{vert Ave}$ lx	$U2_{vert}$		
I	500	0,70	500	0,70	35	80
II	300	0,60	300	0,60	40	60
III	200	0,50	200	0,50	40	60
<p>a El deslumbramiento puede controlarse mediante una colocación cuidadosa de las luminarias; por ejemplo, por encima del área de salto con pértiga. La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser de 1 000 lx para el equipo de <i>foto-finish</i> y los jueces.</p> <p>b R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.</p>						

Tabla A.4

Interior ^a			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Tenis	TA		36	18	13	7
	PA		30	15	15	7
Pádel ^c	PA		20	10	13	7
Clase	Iluminancia horizontal PA		Iluminancia horizontal TA		R_G ^b	R_a
	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}		
I	750	0,70	75% PA	75% PA	35	80
II	500	0,70	75% PA	75% PA	40	60
III	300	0,50	75% PA	75% PA	40	60

a Las luminarias no deberían situarse en la parte del techo que está directamente por encima del área limitada por el área marcada extendida 3 m por detrás de las líneas de final del campo.

b R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

c Se debe conservar libre de cualquier obstáculo una zona de seguridad alrededor de ambas entradas de 2 m de anchura, 4 m de altura y extendiéndose 4 m desde el centro hacia ambos lados.

Tabla A.5

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula			
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura		
Tiro con arco	Línea de tiro	PA	18 a 30	1,30	11 a 15	1		
Blanco			-	-	-	-		
Tiro	Corredor de tiro	PA	25	1	13	1		
Blanco			-	-	-	-		
Bolos de diez	Aproximación y líneas		18,3	1	11	1		
bolos			-	-	-	-		
Zona de bolos								
Clase	Iluminancia horizontal Líneas de fuego y tiro Aproximación y líneas		Iluminancia vertical				R_G ^a	R_a
			Bolos	Blanco		Bolos/Blanco		
	$E_{hor Ave}$ lx	U_{2hor}	$E_{vert Ave}$ lx	$E_{vert Ave}$ lx 25 m	$E_{vert Ave}$ lx 50 m	U_{2vert}		
I	200	0,50	500	1 000	2 000	0,80	35	80
II	200	0,50	500	1 000	2 000	0,80	40	60
III	200	0,50	500	1 000	2 000	0,80	40	60

a R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.6

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula		
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura	
Natación ^a	Salto	PA	15	10,50	11	7	
	Carrera ^b	PA	25 a 50	15 a 22	13 a 17	7	
	Waterpolo ^b	PA	20 a 30	15 a 20	13 a 15	9 a 11	
	Sincronizada	PA	25	15	13	7	
Clase	Iluminancia horizontal		Requisito adicional para salto ^e		Bloques de inicio y giro ^c	R_G ^d	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave}/E_{vert Ave}$		$E_{hor Min lx}$		
I	500	0,70	0,80		600	35	80
II	300	0,70	0,50		-	40	60
III	200	0,50	0,50		-	40	60

a Los anteriores son solamente requisitos generales. Pueden necesitarse requisitos especiales para piscinas individuales.
b No debería usarse alumbrado subacuático.
c Recomendación FINA sólo para competiciones Internacionales.
d R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.
e La retícula vertical comienza a 2 m por encima y en frente del trampolín al nivel del agua y es de 3 m de ancho. La retícula está situada a lo largo del lado del trampolín. Los puntos de la retícula se calculan de acuerdo con la fórmula (1).

Tabla A.7

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Dardos	Blanco		-	-	-	-
	Paso de tiro	PA	3,70	2	7	3
Clase	Iluminancia horizontal en paso de tiro		Iluminancia vertical en el blanco		R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$		$E_{vert Ave lx}$			
I	200		750	-	n/a	n/a
II	100		500	-		
III	50		300	-		

Tabla A.8

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Boccia (petanca paralímpica)		PA	12,50	6	11	5
Petanca y bolos		PA	17,50 a 28	2,50 a 4	11 a 13	3
Clase	Iluminancia horizontal				R_G^a	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	300	0,70	-	-	35	80
II	200	0,70	-	-	40	60
III	200	0,50	-	-	40	60

a R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.9

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Bolos (pista corta) ^a		PA	13,70 a 40	1,80 a 4,5	11 a 15	3
Clase	Iluminancia horizontal				R_G^c	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	500	0,80	-	-	35	80
II ^b	500	0,80	-	-	40	60
III ^b	300	0,50	-	-	40	60

a Puede tener lugar un efecto de agrupación con alturas de montaje bajas debido a la reflectancia de la pista. Por ello el gradiente de iluminancia debería ser menor de 5% por metro.
b Con el propósito de facilitar la instalación pueden aplicarse los valores para Clase I a todas las clases.
c R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.10

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Boxeo		PA	7,1 a 11,1	7,1 a 11,1	9 a 11	9 a 11
Clase	Iluminancia horizontal En el ring		Iluminancia vertical en el ring	Iluminancia horizontal en las áreas de entrenamiento	R_G^b	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{vert Ave lx}$			
I	2 000	0,80	^a	300	35	80
II	1 000	0,80	-	300	40	80
III	500	0,50	-	300	40	60

a $E_{vert Ave}$ es a una altura de 1,5 y al menos el 50% de $E_{hor Ave}$.
b R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.11

Interior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Billar ^a	PA		3	1,60	7	3
	TA		7	5	9	7
Snooker ^a	PA		3,60	1,80	7	3
	TA		8	6	9	7
Clase	Iluminancia horizontal				R_G ^b	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	750	0,80	-	-	35	80
II	500	0,80	-	-	40	80
III	500	0,80	-	-	40	80

a El ratio entre $E_{hor Ave}$ (TA) y $E_{hor Ave}$ (PA) puede rebajarse a 0,5.
b R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.12

Interior/exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Curling	Casa	PA	5	4,3	9	7
	Pista de hielo	TA	38,50 a 46,50	4,30 a 4,75	15	3
Clase	Iluminancia horizontal En casa		Iluminancia horizontal En la pista de hielo		R_G ^a	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}		
I	300	0,70	200	0,70	35	80
II	300	0,70	200	0,70	40	60
III	300	0,70	200	0,70	40	60

a R_G sólo aplica para alturas de montaje por encima de 10 m.

Tabla A.13

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Atletismo (todas las actividades) ^{a b c d}	Pista de 400 m	PA	100	4,90 a 9,80	21	3
	Campo	PA	150	80	23	13
Equitación	Salto	PA	110	55	21	11
	Doma	PA	65	25	17	7
Patinaje de velocidad ^{c d}	Pista corta	PA	50	6	17	3
	400m	PA	100	8	21	3
Patinaje en línea ^{c d}	200m	PA	50	8	17	3
	400m	PA	100	8	21	3
Clase	Iluminancia horizontal				R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	500	0,70	-	-	50	70
II	200	0,50	-	-	50	60
III	100	0,50	-	-	55	60

a Para disco, jabalina y martillo deberían tomarse precauciones especiales para garantizar la seguridad de las personas dentro del estadio, ya que el objeto que se lanza podría desplazarse por encima de la línea de luz y por tanto ser invisible durante parte de su vuelo.

b La iluminancia horizontal puede reducirse a 50 lx para carreras m para Clase III.

c La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser de 1 000 lx para el equipo de foto-finish y para los jueces

d Véase la figura 1 para el diseño de la retícula para pistas circulares.

Tabla A.14

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Beisbol	Interior del campo	PA	27,50	27,50	13	13
	Exterior del campo ^a	PA	120	120	21	21
Críquet	Cuadrado	PA	27,40	27,40	13	13
	Campo	PA	120	120	21	21
Clase	Luminancia horizontal (cuadrado/interior del campo)		Luminancia horizontal (campo/exterior del campo)		R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}		
I	750	0,70	500	0,50	50	70
II	500	0,70	300	0,50	50	60
III	300	0,50	200	0,30	55	60

a Cuando los puntos de la retícula están fuera del área de juego no se incluyen en el cálculo. Para el área de respaldo (backstop) aplican los mismos requisitos que para el exterior del campo.

Tabla A.15

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de la retícula		
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura	
Arco	Galería de tiro	-	-	-	-	
	Blanco	-	-	-	-	
Tiro	Galería de tiro	-	-	-	-	
	Blanco	-	-	-	-	
Clase	Iluminancia horizontal Disparo		Iluminancia vertical Blanco		R _G	R _a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{vert Ave lx}$	U_{2vert}		
I	200	0,50	750	0,80	50	70
II	200	0,50	750	0,80	50	60
III	200	0,50	750	0,80	55	60

Tabla A.16

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de la retícula		
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura	
Tenis	PA	30	15	13	7	
	TA	36	18	15	7	
Pádel ^a	PA	20	10	13	7	
Clase	Iluminancia horizontal PA		Iluminancia horizontal TA		R _G	R _a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}		
I	500	0,70	75% PA	75% PA	50	70
II	300	0,70	75% PA	75% PA	50	60
III	200	0,60	75% PA	75% PA	55	60

a Se debe conservar libre de cualquier obstáculo una zona de seguridad alrededor de ambas entradas de 2 m de anchura, 4 m de altura y extendiéndose 4 m desde el centro hacia ambos lados.

Tabla A.17

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud ^a	Anchura
Running (<i>Street/Cross Country</i>)			-	4	11	3
Esquí de fondo			-	4	11	3
Ciclismo de carretera			-	-	-	-
Clase	Iluminancia horizontal				R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	20	0,30	-	-	50	70
II	10	0,30	-	-	50	60
III	3	0,10	-	-	55	60

NOTA Para Biathlon, la Clase II es la mínima requerida. Para Tiro, véase la tabla A.15.

a Entre luminarias.

Tabla A.18

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Carreras de bicicletas y BMX ^a (figura 2)	250 m	PA	62,50	4,30 a 4,75	17	3
	333,33 m	PA	83,33	4,30 a 4,75	19	3
Karting			-	-	-	-
Clase	Iluminancia en la superficie de la pista				R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	500	0,70	-	-	50	70
II	300	0,70	-	-	50	60
III	100	0,50	-	-	55	60

a La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser de 1 000 lx para el equipo de foto-finish y para los jueces.

Tabla A.19

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Bandy	PA		100	60	21	13
	TA		110	64	21	13
Hockey sobre hielo	PA		60	30	17	9
Clase	Iluminancia horizontal				R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	750	0,70	-	-	50	70
II	500	0,70	-	-	50	60
III	200	0,50	-	-	55	60

Tabla A.20

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Boccia	PA		12,5	6	11	5
Petanca y bolos	PA		17,5 a 28	2,5 a 4	11 a 13	3
Clase	Iluminancia horizontal				R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				
I	200	0,70	-	-	50	70
II	100	0,70	-	-	50	60
III	50	0,50	-	-	55	60

Tabla A.21

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Fútbol americano	PA	110 a 117,5	55	21	9 a 11
Baloncesto	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Vóley playa	PA	26 a 28	18 a 20	13	9
Fistball	P	50	20	17	7
	TA	66	32	17	9
Floorball	PA	40	20	15	7
	TA	43	22	15	7
Fútbol	PA	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15
	TA	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15
Fútbol (5/6)	PA	30 a 40	18,5 a 20	13 a 15	9
	TA	44	24	15	9
Balonmano	PA	40	20	15	7
	TA	44	27,5	15	9
Korfbal	PA	40 a 60	20 a 30	15 a 17	7 a 9
Netball	PA	30,5	15,3	13	7
	TA	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA	144	69	23	11
	TA	154	79	23	11
Juego de la soga (<i>tug of war</i>)		-	-	-	-
Voleibol ^a	PA	24	15	13	9
Clase	Iluminancia horizontal			R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}			
I	500	0,70	-	55	70
II	200	0,60	-	55	60
III	75	0,50	-	55	60

^a Para la Clase I, la competición internacional a máximo nivel podría justificar una superficie de 34 m × 19 m para el área principal (PA). El número de puntos de retícula correspondiente es entonces de 15 × 9.

Tabla A.22

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Hockey	PA		91,4	55	19	11
	TA		101,4	63	21	13
Clase	Iluminancia horizontal				R_G	R_a
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}				
I	500	0,70			50	70
II	300	0,70			50	60
III	200	0,70			55	60

Tabla A.23

Exterior ^a			Área de referencia		Números de puntos de la retícula			
			Longitud m	Anchura m	Longitud ^c	Anchura ^{d e}		
Esquí	Alpino/estilo libre		-	-	11	5		
			50 a 200	13 a 20	17 a 40	6 a 9		
			-	-	-	-		
			-	-	1-	-		
	Medio tubo		50 a 200	13 20	17 a 25	3 a 5		
	Pistas		-	-	-	-		
Salto de esquí	Trampolín ^b		-	-	-	-		
	Aterrizaje		-	-	-	-		
Clase	Iluminancia alpino/estilo libre		Iluminancia saltos trampolín Pistas		Iluminancia saltos aterrizaje Medio tubo		R_G	R_a
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}		
I	100	0,50	150	0,50	300	0,70	50	70
II	30	0,30	50	0,30	200	0,60	50	60
III	20	0,20	20	0,30	200	0,60	55	60
<p>a Todas las iluminancias se miden en la superficie.</p> <p>b En el punto de despegue, la iluminancia debería ser la misma que en el aterrizaje.</p> <p>c La distancia entre los puntos de la retícula en longitud debería ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - para el trampolín: 2 m o menos; - para el área de aterrizaje: 5 m o menos. <p>d Para el trampolín sólo es necesario tener puntos de medición y cálculo en la línea central.</p> <p>e El área de espera debería tener al menos el 30% del nivel de alumbrado del área de aterrizaje, pero sin ningún requisito de uniformidad.</p>								

Tabla A.24

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula					
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura				
Carreras de caballos: Galope y trote			Recta de llegada	Longitudinalmente Transversalmente		(véase la figura 2 y aplíquese la fórmula)				
			Lado opuesto y curvas	Longitudinalmente Transversalmente						
Clase	Iluminancia horizontal		Iluminancia vertical ^{a c}						R _G	R _a
	E _{hor Ave lx}	U _{2hor}	Línea de llegada			Lado opuesto y curvas				
			E _{vert Ave lx}	U _{2vert}		E _{vert Ave lx}	U _{2vert}			
			Longitudinal	Transversal		Longitudinal	Transversal			
I	200	0,60	750	0,60	0,40	500	0,60	0,40	50	70
II	100	0,40	300	0,60	0,40	200	0,60	0,40	50	60
III	50 ^b	0,20	100	0,30	-	-	-	-	55	60

a La iluminancia vertical en la línea de meta debería ser de 1 000 lx para el equipo de foto-finish y para los jueces.
b Cuando los caballos están bajo observación, por ejemplo, por veterinarios, este valor debería ser de 100 lx.
c La iluminancia vertical se calcula en los mismos puntos que la horizontal, perpendicular a los espectadores y a una altura de 1,50 m.

Tabla A.25

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Sóftbol	Interior del campo	PA	20	20	13	13
	Exterior del campo ^a	PA	90	90	29	19
Clase	Iluminancia horizontal en el interior del campo		Iluminancia horizontal en el exterior del campo		R _G	R _a
	E _{hor Ave lx}	U _{2hor}	E _{hor Ave lx}	U _{2hor}		
I	750	0,70	500	0,50	50	70
II	500	0,70	300	0,50	50	60
III	200	0,50	100	0,30	55	60

a Cuando los puntos de la retícula están fuera del área de juego no se incluyen en el cálculo. Para el área de respaldo (backstop) aplican los mismos requisitos que para el exterior del campo.

Tabla A.26

Exterior							Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
							Longitud	Anchura	Longitud	Anchura
Golf (incluyendo campo de prácticas)							-	-	-	-
Clase	Iluminancia horizontal en el tee		Iluminancia horizontal en la calle		Iluminancia horizontal en el green		Iluminancia vertical sobre la calle y el green (a 1 m de altura) ^a	R_G	R_a	
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}				$E_{vert Ave lx}$
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
III	100	0,50	20	0,30	50	0,50	50	55	60	

a Para los campo de golf de prácticas la iluminancia vertical sólo aplica en los marcadores de distancia.

Tabla A.27 ^a

Exterior			Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
			Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Natación	Salto	PA	15	10,5	11	9
	Natación ^b	PA	25 a 50	17 a 22	13 a 17	7 a 9
	Waterpolo ^b	PA	20 a 30	15 a 20	13	9
	Sincronizada	PA	25	15	13	7
Clase	Iluminancia horizontal		Requisito adicional para salto ^d	Bloques de inicio y giro ^c	R_G	R_a
	$E_{hor Ave lx}$	U_{2hor}	$E_{hor Ave}/E_{vert Ave}$	$E_{hor M\acute{i}n. lx}$		
I	500	0,70	0,80	600	50	70
II	300	0,70	0,50	-	50	60
III	200	0,50	0,50	-	55	60

a Los anteriores requisitos son sólo de carácter general. Pueden ser necesarias exigencias especiales para piscinas individuales.
b No debería usarse alumbrado subacuático.
c Recomendación FINA sólo para competiciones internacionales.
d La retícula vertical comienza a 2 m por encima y en frente del trampolín al nivel del agua y es de 3 m de ancho. La retícula está situada a lo largo del lado del trampolín. Los puntos de la retícula se calculan de acuerdo con la fórmula (1).

Tabla A.28

Exterior	Área de referencia		Números de puntos de la retícula	
	Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Bobsleigh, Luge y Tobogán	50	1,5	17	3
Clase	Iluminancia horizontal		R_G	R_a
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}		
I	300	0,70	50	70
II	200	0,50	50	60
III	50	0,40	55	60

Tabla A.29

Exterior ^a		Área de referencia		Números de puntos de la retícula				
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura			
Pista de skate	PA	15 a 20	4 a 10	11 a 13	3 a 21			
	PA:	4	1	3	1			
	PA:							
	PA:							
Rampas	PA	40 a 200	10 a 100	15 a 25	15 a 20			
Raíles	PA	15 a 20	4 a 10	11 a 13	3 a 21			
Saltos	PA	4	1	3	1			
Clase	Pista de patinaje ^a		Rampas, raíles, saltos		Iluminancia vertical para rampas, raíles, saltos ^b		R_G	R_a
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}	$E_{vert\ Ave\ lx}$	U_{2vert}		
I	100	0,40	200	0,60	150	0,50	50	70
II	50	0,40	100	0,40			50	60
III	30	0,30	50	0,30			55	60

a Todas las iluminancias se miden en la superficie.
b Iluminancia vertical en una altura de 1,50 m.

Anexo B (Informativo)

Desviación A

Desviación A Desviación nacional debida a reglamentos, cuya modificación por ahora no es competencia del miembro de CEN/CENELEC.

Esta norma europea no está encuadrada en ninguna Directiva de la CE.

En el país de CEN/CENELEC en cuestión esta desviación A es válida en lugar de las previsiones de la norma europea hasta que se retire.

Capítulo Desviación

Alemania

Tabla 2 Es necesario considerar “Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen”, Beschluss des Bund-/Länderausschusses für Immissionsschutz en lugar de las zonas ambientales del “Baunutzungsverordnung”, los valores para la luz sobre las propiedades son diferentes, hay un método especial para la evaluación del deslumbramiento en lugar de limitar las intensidades de las luminarias.

Bibliografía

- [1] CIE 67:1986, *Guide for the photometric specification and measurement of sports lighting installations.*
- [2] CIE 83:1989, *Guide for the lighting of sports events for colour television and film systems (2nd edition).*
- [3] CIE X005. 1992, *Proceedings of the CIE seminar '92 on 'computer programs for light and lighting'.*
- [4] CIE 169:2005, *Practical design guidelines for the lighting of sport events for colour television and filming.*
- [5] ISO/CIE 19476:2014, *Characterization of the performance of illuminance meters and luminance meters.*
- [6] CIE 97:2005, *Guide on the maintenance of indoor electric lighting systems.*
- [7] CIE 154:2003, *The maintenance of outdoor lighting systems.*
- [8] CIE 150:2003, *Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations.*
- [9] CIE 112:1994, *Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting.*
- [10] CIE 115:2010, *Lighting of roads for motor and pedestrian traffic*
- [11] EN 12464-1, *Light and lighting. Lighting of work places. Part 1: Indoor work places.*
- [12] EN 13201-3:2015, *Road lighting. Part 3: Calculation of performance.*
- [13] EN 15193-1, *Energy performance of buildings. Energy requirements for lighting. Part 1: Specifications, Module M9.*
- [14] CEN/TR 15193-2:2017, *Energy performance of buildings. Energy requirements for lighting. Part 2: Explanation and justification of EN 15193 1, Module M9.*
- [15] DIN 5032-7, *Photometry. Part 7: Classification of illuminance meters and luminance meters.*

Otros documentos

- [16] CIE S 017:2011, *International lighting vocabulary.*
- [17] CIE 33:1977, *Depreciation of installations and their maintenance (in road lighting).*
- [18] CIE 42:1978, *Lighting for tennis.*
- [19] CIE 45:1979, *Lighting for ice sports.*

- [20] CIE 57:1983, *Lighting for football.*
- [21] CIE 58:1983, *Lighting for sports halls.*
- [22] CIE 126:1997, *Guidelines for minimizing sky glow.*
- [23] CIE 62:1984, *Lighting for swimming pools.*
- [24] CIE 117:1995, *Discomfort glare in interior lighting.*
- [25] EN 12464-2, *Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places.*
- [26] EN 13032-2, *Light and lighting. Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires. Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places.*
- [27] EN 13032-3, *Light and lighting. Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires. Part 3: Presentation of data for emergency lighting of work places.*
- [28] EN 13201-3:2015, *Road lighting. Part 3: Calculation of performance.*
- [29] EN ISO 52000-1, *Energy performance of buildings. Overarching EPB assessment. Part 1: General framework and procedures (ISO 52000 1).*
- [30] EN 62722-2-1:2016, *Luminaire performance. Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires (IEC 62722-1:2014).*
- [31] EBU Recommendation R.137, EBU Technical document Tech. 3354, *Comparison of CIE colour metrics for use in the television lighting consistency index (TLCI-2012)*
- [32] EBU Recommendation R.137, EBU Technical document Tech. 3355, *Method for the assessment of the colorimetric properties of luminaires, the Television Lighting Consistency Index.*

Para información relacionada con el desarrollo de las normas contacte con:

Asociación Española de Normalización
Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

Para información relacionada con la venta y distribución de las normas contacte con:

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Tel.: 914 326 000
normas@aenor.com
www.aenor.com



organismo de normalización español en:

