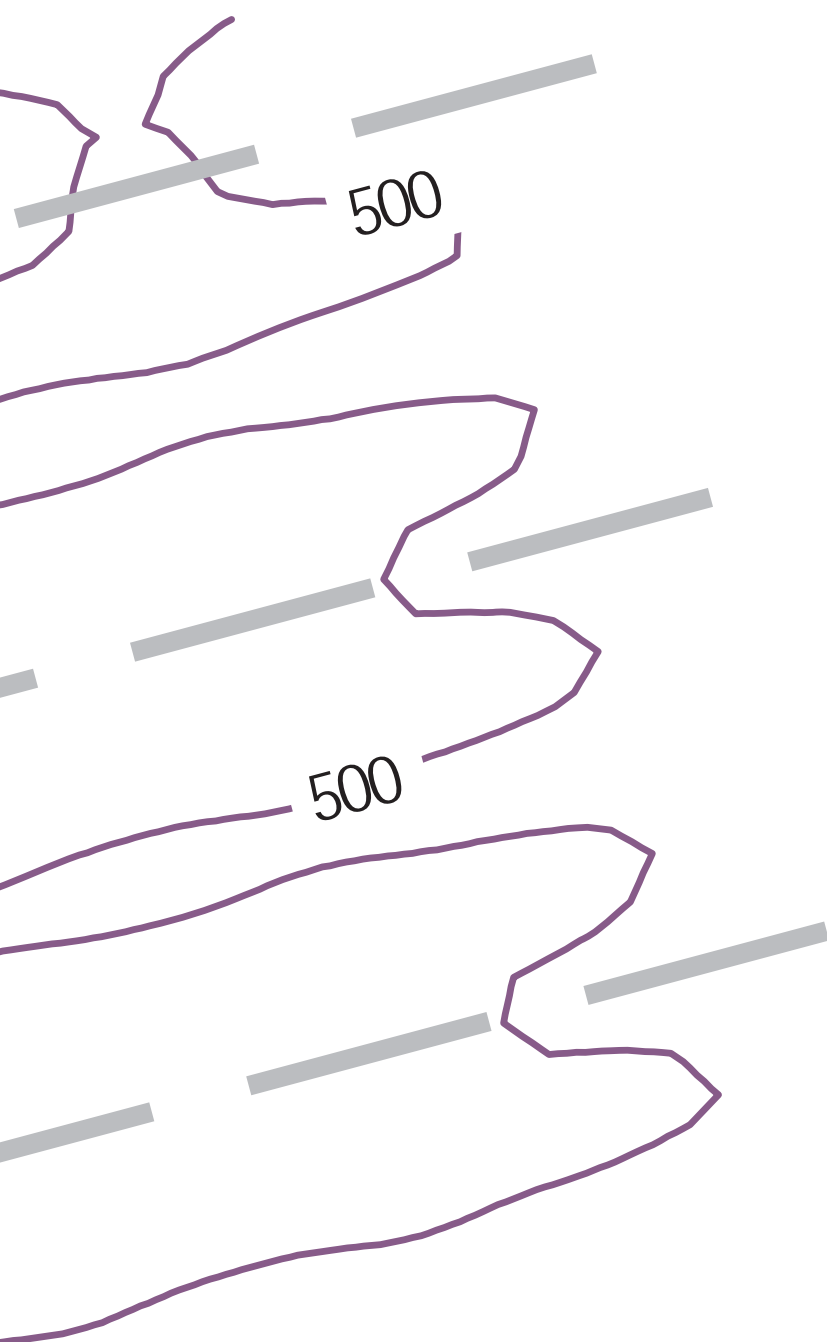


DOSSIER EN 12464-1



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA NORMA

segunda edición, junio 2012



Introducción

EN 12464-1 es una norma sobre aplicaciones de iluminación. La primera versión de esta norma fue elaborada por el Grupo de estudio 2 del Comité Técnico TC 169 del Comité Europeo de Normalización (CEN). Tras trece años y casi treinta reuniones internacionales, la norma EN 12464 entró en vigor en Europa en 2002. El hecho de acogerse a una única norma europea que reemplazaba a un abanico heterogéneo de normas de ámbito nacional supuso un importante esfuerzo de adaptación para todos los países. A lo largo de los años, se fueron recopilando comentarios en base a los cuales se introdujeron modificaciones en la norma, lo que se tradujo en la aprobación de una nueva versión en 2011, que desde entonces está en vigor. En un plazo de dos años todos los países deberán ratificar la nueva norma y la anterior irá quedando progresivamente obsoleta.

2^{da} edición, junio 2012

© 2012, ETAP NV

ALCANCE DE LA NORMA

La norma regula la iluminación de entornos de trabajo de interior y, como ocurre con la mayoría de normas, establece unos requisitos mínimos. Dicho de otro modo, define los mínimos que debe cumplir la iluminación de los lugares de trabajo y de los entornos inmediatamente próximos. El hecho de que una iluminación se ajuste a la norma no es necesariamente una garantía de que sea una buena iluminación. Para ello se requiere disponer de conocimientos en aplicaciones y productos, y comprender la situación del cliente.

La EN 12464-1 es una norma sobre aplicaciones. En este documento se explica cómo influye en las distintas fases del desarrollo de una solución de iluminación, que son:

- Recopilación de los datos necesarios para el proyecto y determinación de las condiciones previas.
- Valoración de las diferentes alternativas (definición del concepto de iluminación más adecuado, elección del tipo de luminaria, elección de la lámpara, etc.).
- Cálculos y documentación.

PRINCIPALES NOVEDADES

- Los requisitos de luminancia de las luminarias en entornos de trabajo con pantallas de ordenador son menos estrictos.
- Se reduce la uniformidad mínima de la tarea visual, que puede ser 0,1 más baja que con la norma anterior.
- Se han redefinido los conceptos de "actividad", "entorno" y "fondo", y se elaborarán nuevas orientaciones sobre iluminancia de fondo.
- Se presta más atención a la iluminancia vertical, especialmente en lo que se refiere a soluciones de iluminación más cualitativas. Además de una luminosidad suficiente en paredes y techos, el componente vertical de la iluminación es también un factor fundamental en el entorno de trabajo.
- Puntos de red para el cálculo: la norma modificada establece un sistema para definir el número mínimo de puntos de cálculo y de medición.

EN 12464-1 se centra principalmente en los aspectos cuantitativos de la luz y la iluminación. Cumplir tales requisitos cuantitativos empleando técnicas de bajo consumo constituye una labor tan importante como difícil, aunque posible. Las condiciones previas impuestas por la normativa en el plano energético se tratan en otras normas. La versión modificada de EN 12464-1 hace hincapié en el empleo de la luz natural.

No se hace referencia explícita a los LED, pero la nueva norma también contempla los sistemas de iluminación con LED, a los que se aplican los mismos criterios cuantitativos.



Recopilación de los datos del proyecto y determinación de las condiciones previas

DEFINICIÓN DE LA APLICACIÓN

En la mayoría de proyectos, lo primero que se determina es el tipo de aplicación para la que se requiere la iluminación. Porque, como es evidente, las necesidades de un colegio no son las mismas que las de una oficina o las de un taller industrial. El anexo a la norma contiene una lista de 25 páginas con todos los tipos de aplicación. Para cada aplicación se especifican cuatro criterios:

- La iluminación media que se requiere para cada tarea (es decir, la iluminancia mantenida) (\bar{E}_m).
- El valor máximo del índice de deslumbramiento unificado (UGR). El UGR es un modelo aproximado que informa sobre la probabilidad de que las luminarias produzca deslumbramiento directo. Cuanto mayor es su valor, mayor es la probabilidad de que se produzca deslumbramiento. Para cada luminaria es posible calcular una tabla normalizada de valores UGR. Los parámetros que emplea este modelo son el tamaño de la habitación, los factores de reflexión y la orientación del observador dentro de la habitación. En los anexos de la norma se especifican los valores UGR que no deben sobrepasarse en cada aplicación. La norma establece valores límite típicos. En la práctica – y por simplicidad– se suele establecer una especie de "categoría estándar" (16, 19, 22, 25 ó 28). Esta categoría UGR se calcula seleccionando el valor de la tabla normalizada (para todo el flujo luminoso de la lámpara). En este ejemplo, el UGR es menor o igual que 19. El fabricante es el responsable de proporcionar los datos UGR necesarios (la categoría estándar y/o la tabla completa).
- Se debe respetar la uniformidad mínima (U_0).
- La reproducción mínima de los colores (R_a), para la cual la elección de la lámpara es fundamental. En las habitaciones en las que deban trabajar o permanecer personas durante largos periodos de tiempo se requiere una R_a de al menos 80.

3 Oficinas

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m	UGR_L	U_0	R_a
3.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,4	80
3.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,6	80
3.3	Dibujo técnico	750	16	0,7	80
3.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,6	80
3.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,6	80
3.6	Mostradores de recepción	300	22	0,6	80
3.7	Archivos	200	25	0,4	80



Ya se trate de reflectores, difusores o lentes, con LED o lámparas fluorescentes, ETAP dispone de la experiencia necesaria en el campo de la fotometría para crear sistemas de iluminación que cumplan todos los requisitos exigidos por la norma.

TRABAJO CON EQUIPOS PROVISTOS DE PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN Y DE OTROS TIPOS

Cuando se emplean equipos provistos de pantallas de visualización, la norma especifica unos límites de luminancia cuyo valor depende de la calidad de la pantalla. Normalmente se aplica un ángulo de emisión de 65°.

Tabla 4 – Límites de luminancia media de luminarias que se reflejan en pantallas planas

Luminancia máxima de la pantalla *		Pantalla de alta luminancia $L > 200 \text{ cd/m}^2$	Pantalla de luminancia media $L \leq 200 \text{ cd/m}^2$
Caso A	polaridad positiva y requisitos normales en relación con el color y los detalles de la información que se muestra, como ocurre en oficinas, enseñanza, etc.	$\leq 3000 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$
Caso B	polaridad negativa y/o requisitos superiores en relación con el color y los detalles de la información que se muestra, como ocurre en la inspección de colores mediante CAD, etc.	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$

* La luminancia máxima de la pantalla (véase EN ISO 9241-302) describe la luminancia máxima de la parte blanca de la pantalla. Este valor puede solicitarse al fabricante de la pantalla.

Debe estudiarse minuciosamente la luminancia de las luminarias en entornos de trabajo con pantallas de ordenador. Para los ángulos de emisión menos amplios se recomienda limitar las luminancias, para mayor confort, o reducir el valor máximo para ángulos de 65°, en función de la calidad y claridad de la pantalla, así como de su ángulo. En casos extremos, se recomienda incluso emplear bancos de pruebas. La norma no hace referencia a los picos de luminancia como tales. No obstante, un buen control de los picos de luminancia tiene un efecto positivo en la luminancia media y garantiza una imagen confortable y uniforme del reflector.

VALORACIÓN DE LAS CONDICIONES ESPECÍFICAS

Como ya se apuntaba en la introducción, la norma establece unos requisitos mínimos. Sin embargo, también especifica que a veces hace falta "más", dependiendo de la situación. Y, aunque no entra en detalles, el hecho de que mencione este punto invita a no conformarse con cumplir los mínimos de la norma.

Por ejemplo:

- La iluminación requerida debe incrementarse si "las condiciones visuales se desvían de los supuestos normales", por ejemplo, si resulta costoso rectificar los errores, si la precisión y el incremento de la productividad son prioritarios, si los detalles del trabajo son inusualmente pequeños o de muy bajo con-traste, si la capacidad visual del trabajador se encuentra por debajo de lo normal, etc.
- Una mayor uniformidad aporta confort al usuario, ya que el esfuerzo de adaptación del ojo es menor.
- La solución de iluminación debe permitir que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas visuales, "incluso en circunstancias difíciles y durante periodos prolongados".
- La iluminación procedente de una determinada dirección puede ayudar a distinguir los detalles en una tarea visual dada, mejorando la visibilidad y facilitando el desempeño de dicha tarea.
- En el caso de los entornos de trabajo con pantallas de ordenador, es conveniente emplear una luminancia menor que la indicada por la norma, de manera que se obtenga una mayor comodidad y un margen de seguridad. Es posible que las pantallas de ordenador y el tipo de actividad cambien con el tiempo.



Valoración de las diferentes alternativas

LA PERCEPCIÓN DE LA LUZ Y LA SELECCIÓN DEL CONCEPTO DE ILUMINACIÓN

EN 12464-1 contempla varios aspectos del impacto de la iluminación de una estancia, especialmente el confort visual, que redunda en el bienestar y la productividad. Los diseñadores de iluminación deben aportar un nivel adecuado de confort visual basándose en las necesidades del cliente. Siempre y cuando se hayan diseñado adecuadamente, pueden utilizarse tanto la iluminación directa como la indirecta, de carácter general o individual, generada con luminarias con reflector, lentes o softlight para garantizar un confort visual.

A pesar de que el concepto de confort visual tiene un componente subjetivo, la norma define tres criterios objetivos de obligado cumplimiento:

- **ILUMINANCIA MÍNIMA DE PAREDES Y TECHOS**

La norma recomienda aportar una iluminancia vertical suficiente. El confort visual no solo se obtiene aportando a la estancia una claridad suficiente, el componente vertical de la iluminancia también mejora el rendimiento visual y proporciona comodidad: muchas tareas visuales no están posicionadas totalmente en el plano horizontal. Las iluminancias verticales más altas (que iluminan los rostros, etc.) hacen, además, la comunicación más efectiva y agradable. La norma no establece criterios específicos en lo que respecta a la luminancia de paredes y suelos, que es un factor igual o más importante a la hora de iluminar una estancia.

Requisitos establecidos por la norma:

Paredes: \bar{E}_m (iluminancia media) $> 50 \text{ lx}$ y $U_o \geq 0,1$

Techos: $\bar{E}_m > 30 \text{ lx}$ y $U_o \geq 0,1$

Los criterios aplicables a ciertas estancias cerradas, tales como oficinas, aulas o zonas de acceso (pasillos, escaleras) son más estrictos: $\bar{E}_m > 75 \text{ lx}$ para las paredes y $\bar{E}_m > 50 \text{ lx}$ para los techos.



*Oficina con luminarias U7. Paredes: $\bar{E}_m = 241 \text{ lx}$ y $U_o = 0,38$
Techo: $\bar{E}_m = 141 \text{ lx}$ y $U_o = 0,55$*

- **ILUMINANCIA CILÍNDRICA**

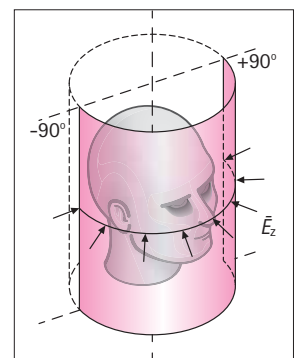
La norma establece el nivel mínimo de luminancia vertical perimetral (360°), del cual depende que los rostros de las personas que se encuentran en el lugar de trabajo estén suficientemente iluminados. La altura a la que se mide la iluminancia depende de si se trata de zonas en las que las personas suelen estar de pie (como es el caso de los supermercados) o sentadas (como en las oficinas).

Requisitos establecidos por la norma:

$\bar{E}_z > 50 \text{ lx}$ y $U_o \geq 0,1$

Altura: 1,2 metros para los trabajos de oficina y 1,6 metros para los trabajos que se realizan de pie.

En el caso de las aulas, oficinas y salas de conferencias: $\bar{E}_z > 150 \text{ lx}$



- **MODELIZACIÓN**

La norma determina la relación entre la iluminancia horizontal y cilíndrica. Si tal relación es correcta, las formas y estructuras de las superficies de los objetos tridimensionales se perfilan claramente. Para ello, la luz debe proceder fundamentalmente de una dirección (luz direccional). Sin embargo, la luz no debe concentrarse en exceso para evitar la proyección de sombras duras. Tampoco debe ser demasiado débil, ya que se reducirían los contrastes.



Requisitos establecidos por la norma:

$\bar{E}_z / \bar{E}_h = 0,3 - 0,6$

Estos tres valores, que también determinan el confort visual, pueden deducirse a partir de datos simplificados o calcularse con programas especializados, como DIALux.

Valoración de las diferentes alternativas

DEFINICIÓN DEL ENTORNO Y LA ZONA DE TRABAJO

La zona de trabajo, que forma parte del plano de trabajo, puede definirse del modo siguiente, dependiendo de la situación:

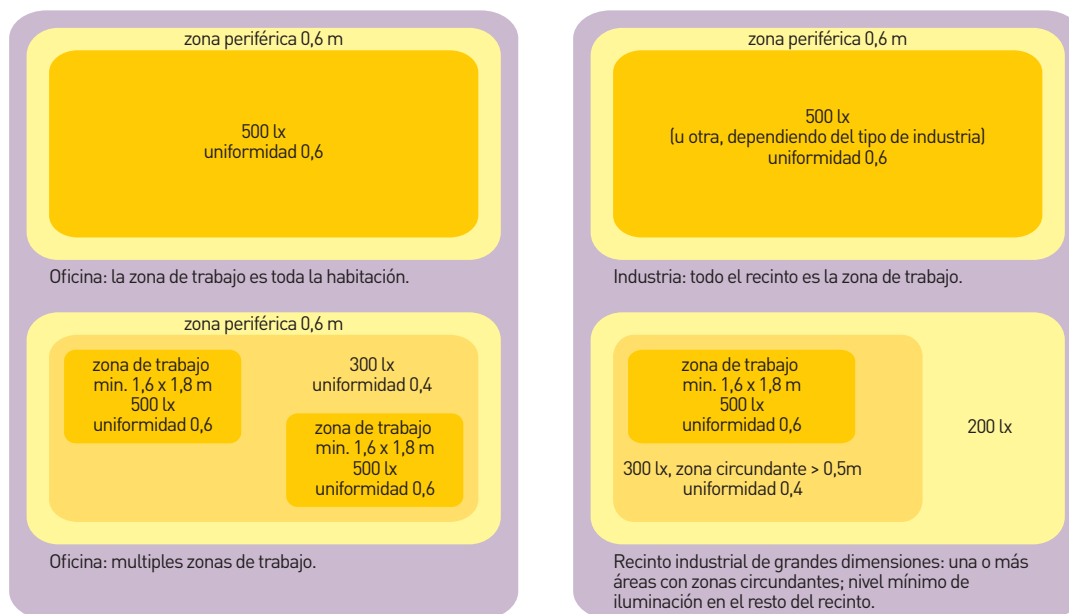
- Una habitación puede considerarse por entero una zona de trabajo. Este enfoque es útil si no se conoce todavía la ubicación exacta de la zona de trabajo o si se requiere flexibilidad para cambiarla de lugar en el futuro.
- También es posible pensar poniendo en primer término la tarea. En este caso, hay que hacer una distinción entre las zonas en las que se desarrolla el trabajo en sí y las zonas circundantes.

La norma especifica la iluminación mínima para la zona de trabajo. Si no se ilumina toda la habitación sino las zonas de trabajo individuales, la iluminación de las zonas inmediatamente circundantes puede ser de un nivel inmediatamente inferior. Estos niveles se definen en la norma del modo siguiente (valores en lx):

20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1000-1500-2000-3000-5000 (valores en lx)

Como zona inmediatamente circundante se suele entender "el resto del espacio", para evitar una interpretación restringida de la norma que diera lugar a soluciones imperfectas (por ejemplo, oficinas en las que hubiese grandes zonas iluminadas con sólo 200 lx). La norma no define explícitamente una zona periférica, pero sí alude a ella. En el ejemplo siguiente, se supone una zona periférica de 0,6 m.

En el caso de una oficina, o en una aplicación industrial típica, existirían las opciones siguientes:



Valoración de las diferentes alternativas

ILUMINACIÓN DE BAJO CONSUMO

La norma indica explícitamente que, a la hora de desarrollar una solución de iluminación, el consumo de energía también es importante: los requisitos de iluminación deben alcanzarse sin malgastar la energía. No obstante, es importante no sacrificar los aspectos visuales de una instalación de iluminación sólo por reducir el consumo de energía. En este sentido, el empleo de sistemas de control es una forma muy adecuada de conciliar el confort visual con el bajo consumo. Con todo, la norma EN 12464-1 no entra en detalles; no hay que olvidar que es una norma sobre aplicaciones y no una norma sobre eficiencia energética.

La norma sobre eficiencia energética profundiza en los aspectos energéticos de la iluminación. En virtud de una directiva europea (Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios), todos los Estados miembros y regiones deben elaborar leyes y normativas relativas a la eficiencia energética de los edificios, ya sean residenciales o de otra índole. Esta norma se ha implantado en varios países europeos.

La norma también recomienda aprovechar la luz natural. La luz natural produce variedad luminosa en los entornos de interior (gracias a la variación a lo largo del día del nivel de luz y de su composición espectral) y puede contribuir a una mejor percepción tridimensional de los objetos. Además, la mayoría de la gente agradece el contacto visual con el mundo exterior. Por supuesto, el empleo de sistemas de control de la luz natural ayuda a mejorar la eficiencia energética del sistema de iluminación.



ETAP otorga mucha importancia a las luminarias de bajo consumo. Gracias a lentes, reflectores y difusores sofisticados es posible dirigir la luz al punto que se estime conveniente.



Un diseño de iluminación ingenioso es aquél que dota a cada entorno de trabajo del sistema de iluminación de menor consumo.



Los sistemas de control de la iluminación, tales como ELS, permiten modular la luz artificial en función de la luz natural y ahorrar energía con cada luminaria.



Excellum gestiona la iluminación a nivel de edificio y optimiza el consumo energético total.

SELECCIÓN DE LUMINARIAS Y COMPONENTES

Una vez se ha elegido el concepto de iluminación, es preciso seleccionar las luminarias y decidir detalles tales como la posición de las lámparas, los tipos de balastos y de lámparas, etc.

De acuerdo con la norma, es preciso tener en cuenta los elementos siguientes:

- Las condiciones previas a las que ya se ha hecho referencia: es preciso cumplir los requisitos de deslumbramiento directo (a través del UGR) y los límites de luminancia en caso de que existan equipos con pantallas de visualización.
- Elección del tipo de lámpara: factores como la reproducción de los colores, la temperatura de color, la posibilidad de regulación, el comportamiento durante el encendido, el rendimiento luminoso o la depreciación ayudan a seleccionar el tipo de lámpara más adecuado. La norma no se pronuncia en lo que respecta a los LED: con las luminarias LED adecuadas es posible concebir soluciones que se ajusten perfectamente a la norma.
- En lo que respecta al índice de reproducción de los colores (Ra), la norma especifica un requisito mínimo para prácticamente cualquier tarea. En las habitaciones en las que deban trabajar o permanecer personas durante periodos prolongados, se requieren lámparas con un valor Ra de 80 como mínimo.
- Los demás aspectos (por ejemplo, la posibilidad de atenuación) dependen de la aplicación.
- Posibles sistemas de control de iluminación.
- Selección del tipo de balasto. Es preciso evitar parpadeos (p. ej., cuando se utilizan luminarias con lámparas CDM-T en comercios) y efectos estroboscópicos (en industrias con maquinaria rotativa).
- Apantallamiento mínimo de la lámpara para evitar el deslumbramiento, porque las fuentes luminosas muy intensas pueden deslumbrar. Precisamente por eso la norma especifica un ángulo de apantallamiento mínimo en función de la luminancia de la lámpara.

Luminancia de la lámpara (cd/m ²)	Ángulo de apantallamiento mínimo
20.000 a < 50.000	15°
50.000 a < 500.000	20°
≥ 500.000	30°

Ejemplos:

- Las lámparas T8-ø26mm producen luminancias de entre 10.000 y 15.000 cd/m².
- Las lámparas T5-ø16mm HE producen luminancias a partir de 17.000 cd/m², aproximadamente.
- La luminancia de las lámparas T5-ø16mm HO varía entre 23.000 (modelos de 49 W) y 33.000 cd/m² (modelos de 80 W).
- En las lámparas compactas, estos valores varían entre 20.000 y 70.000 cd/m².
- La luminancia de los focos halógenos está comprendida entre 9.000 y 480.000 cd/m².
- Las lámparas CDM-T siempre tienen valores superiores a 500.000 cd/m², por lo que requieren siempre un apantallamiento mínimo de 30°.
- LED: cuando se trata de LED a la vista de gran potencia, la luminancia puede aumentar hasta más de 30 000 000 cd/m². En tales casos, es preciso un apantallamiento adicional de la luz en todo momento.

Cálculos y documentación

UNIFORMIDAD ESPECIFICADA

Normalmente se especifica una uniformidad de 0,6; para las zonas circundantes basta con un valor de 0,4.

EL FACTOR DE MANTENIMIENTO

La norma especifica una iluminancia mantenida (\bar{E}_m), que es el valor por debajo del cual no debe caer la iluminancia media de una superficie a lo largo de toda la vida de la instalación. El envejecimiento de la lámpara y la acumulación de suciedad tienen un efecto negativo en el rendimiento luminoso, que debe tenerse en cuenta durante la fase de diseño. En los cálculos, el factor de mantenimiento compensa estos efectos negativos. La norma EN 12464-1 especifica que, para determinar el factor de mantenimiento, se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Degradación del rendimiento luminoso de las lámparas
- Acumulación de suciedad sobre las luminarias.
- Contaminación de la habitación.
- Limpieza y mantenimiento de las luminarias.
- Limpieza y mantenimiento de la habitación.

LÁMPARAS FLUORESCENTES

Existe el peligro de hacer comparaciones erróneas entre los cálculos de distintos fabricantes debido a supuestos distintos relacionados con el factor de mantenimiento. Para evitarlo, ETAP, Philips, Zumtobel Staff y Osram han solicitado a un instituto científico independiente que elabore un protocolo de cálculo del factor de mantenimiento. Este protocolo especifica factores para distintos tipos de contaminación por polvo, tipos de luminarias, etc.



Protección contra el polvo durante la instalación.



Las lamas uplight crean una circulación especial del aire que reduce la acumulación de polvo sobre el reflector.

¹ Habitaciones exentas de polvo y humo que se limpian a fondo a diario. Ejemplo: salas limpias, quirófanos, etc.

² Habitaciones en las que apenas se produce polvo o humo, como oficinas, habitaciones de hospitales, etc.

³ Habitaciones próximas a entornos en los que se produce polvo o humo, o en las que se produce una cantidad limitada de polvo o humo, como restaurantes, panificadoras, etc.

⁴ Habitaciones en las que se producen cantidades importantes de polvo o humo, por ejemplo, en industrias.

Factor de mantenimiento (FM)	Niveles de contaminación por polvo			
	Minimo ¹	Bajo ²	Medio ³	Alto ⁴
Luminarias abiertas de iluminación directa (T5 - ø16 mm o T8 - ø26 mm: Ra > 85)				
sustitución de grupo	0,85	0,80	0,75	0,70
sustitución de lámpara + sustitución de grupo	0,90	0,85	0,80	0,70
factor de corrección para				
luminarias con cubierta para iluminación directa	FM x 0,95			
luminarias con reflector pintado	FM x 0,90			
Uplights (T5 - ø16 mm o T8 - ø26 mm: Ra > 85)				
sustitución de grupo	0,85	0,70	0,65	0,65
sustitución de lámpara + sustitución de grupo	0,90	0,75	0,70	0,65
factor de corrección para				
luminarias con reflector pintado	FM x 0,90			
Luminarias con uplights y downlights (T5 - ø16 mm o T8 - ø26 mm: Ra > 85)				
sustitución de grupo	0,85	0,75	0,70	0,65
sustitución de lámpara + sustitución de grupo	0,90	0,80	0,75	0,70
factor de corrección para				
luminarias con reflector pintado	FM x 0,90			

Cálculos y documentación

• LUMINARIAS LED

El establecimiento y la optimización del factor de mantenimiento de las luminarias LED precisa de una mayor atención. Además de tener en cuenta la luminaria y la contaminación espacial, los fabricantes deberán facilitar datos razonados sobre los LED y basar los factores de mantenimiento en pruebas normalizadas, en función de las horas de funcionamiento en cuestión. Se deben tomar como referencia las normas IES LM80 y TM-21. ETAP calcula el factor de mantenimiento de la lámpara en función de los datos aportados por el fabricante y de nuestras propias mediciones de la temperatura de los LED, siempre de conformidad con lo establecido por la norma TM-21.

	25,000 h	
	350mA	500mA
	FM (%)	FM (%)
D42/LEDN20S	88	
D42/LEDW20S	88	
D42/LEDN39S	88	
D42/LEDW39S	88	
FLARE-1x/LEDN10C (x=0/1/2)		86
FLARE-1x/LEDN6C (x=0/1/2)		88
FLARE-1x/LEDN5C (x=0/1/2)		88
FLARE-1x/LEDW10C (x=0/1/2)		86
FLARE-1x/LEDW6C (x=0/1/2)		88
FLARE-1x/LEDW5C (x=0/1/2)		88

Extraído de la tabla de flujo luminoso y factores de depreciación de FLARE (grado 2012).

DOCUMENTACIÓN DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

La norma EN 12464-1 especifica que la persona que haga el estudio de iluminación debe hacer constar los supuestos aplicados en el cálculo del factor de mantenimiento (sobre degradación del rendimiento luminosos de las lámparas, la contaminación por polvo de las luminarias y la habitación, la limpieza de las luminarias y la habitación, etc.) . En otras palabras: estos supuestos deben incluirse en el estudio.

CÁLCULO DE LOS PUNTOS DE RED

La norma EN 12464-1 revisada establece un sistema para definir el número mínimo de puntos de cálculo y de medición. Es preciso delimitar la zona de actividad, el entorno inmediato y el fondo de forma independiente. La iluminancia horizontal y cilíndrica puede hallarse utilizando la red de puntos de cálculo. Atención: se trata del número mínimo de puntos de red. En la práctica, el cálculo se sigue basando en más puntos, como ocurre cuando se utiliza DIALux.

Las distancias entre los puntos de red debe ser la misma en el plano horizontal y vertical. En todo caso, la relación entre ambas debe encontrarse entre 0,05 y 2,00.

Número mínimo de puntos de red

Longitud del espacio (en metros)	Distancia máxima entre puntos de red (en metros)	Número mínimo de puntos de red
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20

ETAP Iluminación ■ Avenida Sur del Aeropuerto de Barajas nº 24, 5º D ■ Centro de Negocios Eisenhower ■ 28042 Madrid
Tel. +34 (0)91 402 29 17 / +34 (0)91 401 45 00 ■ Fax +34 (0)91 402 89 16 ■ info.es@etaplighting.com ■ www.etaplighting.com

www.etaplighting.com

