

Criterios de adquisición para la iluminación interior LED en el sector de servicios



Los criterios de compra presentados en este documento están diseñados para respaldar los procesos de adquisición de iluminación interior LED en el sector de servicios. El conjunto de criterios complementa las directrices adicionales para iluminación interior incluidas en la presente guía (capítulo 5). Se abordan los temas de diseño de iluminación, eficiencia energética y coste del ciclo de vida, control de iluminación, criterios de adquisición y mejores prácticas para oficinas, escuelas, museos, comercios minorista y hospitales.

También se pueden descargar como un documento independiente desde la página web del Proyecto, en la sección Manuales y descargas del apartado dedicado a la iluminación interior: <http://www.premiumlightpro.es/iluminacion-interior>



El objetivo de este documento es respaldar los proyectos de adquisición que incluyen: (1) la instalación de iluminación en edificios nuevos y (2) la sustitución de la iluminación en edificios ya existentes. Por este motivo, se incluyen requisitos a nivel de sistema de iluminación y a nivel de componentes.

En la transición continua al uso de tecnología de iluminación LED, es importante enfocarse tanto en las grandes oportunidades de eficiencia energética como en la iluminación de alta calidad. La tecnología LED ofrece muchas posibilidades para la innovación a través de luminarias optimizadas, iluminación integrada, control flexible de la Iluminación, temperatura cromática, imitación de la variación de la iluminación exterior durante el día, iluminación inteligente y mejor uso de la luz solar. En el presente documento se incluyen los parámetros básicos en los criterios de adquisición, mientras que en la guía de diseño de iluminación se abordan aspectos adicionales de innovación. Los criterios de adquisición incluyen parámetros como el consumo de energía y potencia, eficacia para fuentes de luz, stand-by, temperatura y reproducción cromática, duración, compatibilidad, parpadeo, control de iluminación y los costes del ciclo de vida y mantenimiento.

Evaluación de ofertas

Los criterios y requisitos mínimos especificados deberán ser cumplidos por cualquier oferta. Se puede reconocer y evaluar una calidad y eficiencia superiores al mínimo mediante un esquema de puntuación. Naturalmente, la selección de los criterios de adjudicación y la ponderación aplicada pueden depender del tipo de proyecto de edificio o de habitación. A continuación, se proporciona un ejemplo para la ponderación de los criterios de adjudicación.

criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación	
Eficiencia energética				
Consumo de energía	Tipo de edificio y habitación	W/m² Máximos	✓	
	Arte	Sala de teatro	5.8	✓
		Hall	5.8	
		Sala de exhibición	5.8	
	Hospital	Habitación del paciente	5.6	
		Sala de observación	10.3	
		Sala de tratamiento	10.3	
	Hotel	Habitaciones	6.4	
		Vestíbulo	5.5	
	Oficina	Habitación individual y grupal	10,3	
		Habitación grande	8,1	
		Sala de reuniones	10.3	
		Recepción	5.9	
	Restaurante	Restaurante	4.9	
		Cafetería	2.9	
		Cocina del restaurante	15.5	
		Cocina de la cafetería	12.1	
Comercio (ventas)	Venta de alimentos	12.3		
	Tienda	12.3		
	Ventas de muebles	9.9		
Colegio	Aula	9.1		
	Sala de profesores	6.2		
	Biblioteca	4.9		
	Sala de conciertos	8.1		
	Laboratorios	9.1		
Deporte	Gimnasio	9.3		
	Sala de ejercicios	5.3		
	Sala de natación	6.0		
Área de estacionamiento, parking y otros	Área de tránsito	2.9		
	Área de tránsito de hospital	5.9		
	Escalera	5.9		
	Edificios anexos	2.5		
	Cocina y sala de estar	4.2		
	WC, baño, ducha	5.0		
	WC	8.2		
	Armario y ducha	4.7		
	Parking de coches	1.2		
	Cuarto de lavado	7.0		
	Cámara de refrigeración	2.3		
Cuarto de servicio	2.8			

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
Eficacia para fuentes de luz	<ul style="list-style-type: none"> • ≥ 90 lm / W para lámparas LED no direccionales que emiten ≥ 100 lm. • ≥ 85 lm / W para lámparas LED direccionales que emiten ≥ 100 lm. • ≥ 100 lm / W para lámparas LED lineales con una longitud nominal de 550 - 1500 mm. • ≥ 90 lm / W para pequeñas luminarias LED integradas con control remoto con flujo luminoso ≥ 100 lm y $< 2,500$ lm. • ≥ 105 lm / W para grandes luminarias LED integradas con control remoto con brillo $\geq 2,500$ lm y $< 50,000$ lm. 	✓	

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
Stand-by	<ul style="list-style-type: none"> • Debe facilitarse información sobre el tipo de consumo de energía en stand-by (W). • Debe facilitarse información sobre la alimentación eléctrica de todos los componentes del controlador en modo stand-by y su repercusión en la vida útil del controlador. • Debe facilitarse información sobre interoperabilidad (uso del protocolo de comunicación abierta). 	✓	
Controles de iluminación	<ul style="list-style-type: none"> • El órgano de contratación debe informar al instalador sobre la utilización del espacio, así como sobre todos los requisitos particulares de control de iluminación, incluidos los aspectos de seguridad y protección. • Deben incluirse cláusulas de cumplimiento del contrato por las que se requiera el correcto funcionamiento de todos los controles de iluminación. • Deben facilitarse pautas que garanticen el uso adecuado de los sistemas de control de iluminación. • Debe facilitarse información sobre el personal de mantenimiento que realizará para el ajuste de la iluminación en caso de que se modifique el uso de la habitación. 	✓	
Calidad y diseño de iluminación			
Nivel de iluminancia	EN 12464-1:2011	✓	
Uso de luz natural, distribución de iluminación, uniformidad, contraste	Se abordarán y describirán en la oferta.	✓	

Criterio	Requisitos			Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación	
Temperatura cromática, tolerancia y mantenimiento	TCC Nominal (K)	Punto central del ciclo		Radio del círculo 0.0044 en diagrama (u', v')	✓	
		CCT (K)	Duv			
	2200	2238	0.0000			
	2500	2460	0.0000			
	2700	2725	0.0000			
	3000	3045	0.0001			
	3500	3465	0.0005			
	4000	3985	0.0010			
	4500	4503	0.0015			
	5000	5029	0.0020			
5700	5667	0.0025				
6500	6532	0.0031				
<p>La recomendación de PremiumLight-Pro es seleccionar una de las TCC nominales en una tabla coherente con los cuadrángulos de cromaticidad especificados y las tolerancias de Duv [1].</p> <p>La recomendación [1] sobre el mantenimiento del color es exigir un cambio máximo en las coordenadas de cromaticidad después de 6000 horas de funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\Delta u', v' (6000 \text{ horas}) \leq 0,004$. <p>En comparación con el método de pasos MacAdam, se recomienda utilizar los requisitos ANSI anteriores, ya que los requisitos se especifican para todas las TCC nominales y también se especifican los puntos centrales.</p>						

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
Reproducción de color	<p>En cualquier caso en que se quiera especificar mediante los pasos de MacAdam, las recomendaciones son:</p> <p>Requisitos de tolerancia de color LED:</p> <p>≤ 5 SDCM como criterio mínimo en general</p> <p>≤ 3 SDCM para el trabajos con tareas visuales específicas.</p> <p>Requisitos de mantenimiento del color LED para 6000h:</p> <p>≤ 7 SDCM como criterio mínimo general</p> <p>≤ 5 SDCM para trabajos con determinadas labores visuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • $CRI \geq 80$ y $R9 > 0$ como criterio mínimo en general • $CRI \geq 90$ y $R9 > 0$ para trabajos con labores visuales de alta prioridad (áreas clínicas en hospitales u otros servicios sanitarios, museos, teatros, trabajos con inspección, control o selección de colores, tipos de comercio como tiendas de ropa...). 	✓	✓

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación		
Tiempo de vida	Los requisitos de PremiumLightPro con respecto a la vida útil nominal mínima son de L80B50, ligeramente superior al nivel 2 [1], y de mantenimiento del lumen a 6000 h [1]:	✓	✓		
	Lámpara o luminaria			Vida útil mínima estimada L₈₀B₅₀	Mantenimiento del lumen, 6000 h
	Lámparas LED direccionales y no direccionales			20,000	≥ 93,5% del flujo inicial
	Tubos LED lineales			35,000	≥ 96.2% del flujo inicial
	Pequeñas luminarias LED integradas (<2500 lm)			40,000	≥ 96,7% del flujo inicial
	Grandes luminarias LED integradas (2500 - 50,000 lm)			50,000	≥ 97.4% del flujo inicial
	La recomendación [1] sobre la tasa de fallo temprano es que no supere el 5 % de fallos a las 6000 horas. También se recomienda solicitar documentación mediante informes de prueba de los fabricantes, incluida la extrapolación para alcanzar la vida útil nominal.				
Temperatura ambiente y tipo de controlador	<p>Dependiendo de la aplicación, la recomendación de PremiumLight-Pro es considerar y procurar una temperatura ambiente de $t_a = 30^{\circ}\text{C}$, que podría equivaler a la temperatura ambiente en verano con aire inmóvil alrededor del techo.</p> <p>Con respecto a la longevidad del sistema de iluminación LED, se recomienda exigir la inclusión de controles que aseguren que la temperatura de operación se mantendrá por debajo del límite de t_q.</p> <p>Si el controlador es reemplazable, se recomienda de cara al mantenimiento solicitar información que indique si el tipo de controlador es SELV (voltaje de seguridad extra bajo, por sus siglas en inglés) o es NON-SELV.</p>	✓			

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación	
Factor de potencia y distorsión armónica	Lámparas direccionales y no direccionales: < 25 W: PF > 0.50 ≥ 25 W: PF > 0.90	✓		
	Tubos LED lineales (lámparas autobalastadas): PF > 0.90			
	Luminarias LED integradas pequeñas y grandes: PF > 0.90			
	Para la distorsión armónica, para productos con potencia > 25 W se recomienda utilizar los requisitos para equipos de clase C en la norma IEC 61000-3-2 [1] que se muestran en la tabla.			
	Orden armónico (n)			Máxima corriente armónica posible expresada como un porcentaje de la corriente de entrada en la frecuencia fundamental (%)
	2			2
	3			30 – CPF (CPF es el factor de potencia de circuito)
	5			10
7	7			
9	5			
11 ≤ n ≤ 39 (Solo armónicos impares)	3			

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación								
Parpadeo	<p>De acuerdo con la IEA 4E SSL [1] y la IEEE 1789: 2015, PremiumLight-Pro recomienda exigir:</p> <table border="1"> <tr> <td>f: Frecuencia de parpadeo(Hz)</td> <td>FM: Modulación de parpadeo máxima (II)</td> </tr> <tr> <td>$f \leq 90\text{Hz}$</td> <td>$FM \leq (0.025 \times f)$</td> </tr> <tr> <td>$90\text{Hz} \leq f \leq 1250\text{Hz}$</td> <td>$FM \leq (0.08 \times f)$</td> </tr> <tr> <td>$f > 1250\text{Hz}$</td> <td>Sin requisito de FM</td> </tr> </table> <p>En cuanto a la atenuación, se recomienda exigir que no aparezca ningún parpadeo para ningún nivel de atenuación importante (por ej., 50% y 25%).</p>	f: Frecuencia de parpadeo(Hz)	FM: Modulación de parpadeo máxima (II)	$f \leq 90\text{Hz}$	$FM \leq (0.025 \times f)$	$90\text{Hz} \leq f \leq 1250\text{Hz}$	$FM \leq (0.08 \times f)$	$f > 1250\text{Hz}$	Sin requisito de FM	ü	
f: Frecuencia de parpadeo(Hz)	FM: Modulación de parpadeo máxima (II)										
$f \leq 90\text{Hz}$	$FM \leq (0.025 \times f)$										
$90\text{Hz} \leq f \leq 1250\text{Hz}$	$FM \leq (0.08 \times f)$										
$f > 1250\text{Hz}$	Sin requisito de FM										
Deslumbramiento y seguridad foto-biológica	<ol style="list-style-type: none"> Con respecto al deslumbramiento directo [norma EN_12464-1]: <ul style="list-style-type: none"> Debe especificarse el ángulo mínimo de protección en todas las direcciones según la luminancia de la lámpara. Debe especificarse el deslumbramiento por el UGR_L. Con respecto a la prevención frente a deslumbramientos de luminancia de alto ángulo [1, 42]: <ul style="list-style-type: none"> Cuando el ángulo gamma (γ) exceda los 60 grados, la luminancia de la fuente de luz no debe superar los 10,000 cd/m². Con respecto a la seguridad foto-biológica, asegúrese de que el ojo humano no se vea perjudicado por la intensa radiación de luz azul (riesgo de luz azul) [1]: <ul style="list-style-type: none"> Lámparas LED y luminarias con RG0 o RG1 [véase la norma IEC 62471 / CIE S009]. 	ü									
Regulador de intensidad y compatibilidad de transformadores	<p>Con respecto a la compatibilidad con los atenuadores (dimmers), se recomienda exigir que el fabricante:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proporcione una dirección web que enumere los atenuadores compatibles Se debe enumerado para cada atenuador compatible el rango de niveles de flujo luminoso que puede alcanzar una combinación determinada de atenuador y luminaria. <p>Con respecto a la operación del atenuador, se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> Una disminución suave de hasta un 30 % del flujo luminoso total sin parpadeos ni ruidos detectables. Cuando el atenuador está configurado al 100 %, la salida de luz debe ser $\geq 90\%$ respecto al flujo luminoso sin atenuador. 	ü									

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
Mantenimiento	<p>La recomendación de PremiumLight-Pro es requerir:</p> <ul style="list-style-type: none"> El factor de mantenimiento del lumen de la lámpara (LLMF) El factor de mantenimiento de la luminaria (LMF) El factor de mantenimiento (MF) Un plan de mantenimiento que incluya intervalos específicos para mantenimiento y limpieza. <p>Se recomienda considerar los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Luminarias con control constante de flujo luminoso para algunas aplicaciones Luminarias LED cerradas para algunas aplicaciones que pueden afrontar una suciedad considerable. 	✓	

¹ ANSI C78.377: 2015 Especificaciones para la cromaticidad de productos de iluminación en estado sólido.

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
Criterios de coste			
Costes del ciclo de vida	La recomendación de PremiumLight-Pro es exigir que: <ul style="list-style-type: none"> Las soluciones o alternativas del sistema de iluminación se comparen mediante cálculos de CCV y el método de CCV especificado por el comprador. 	✓	✓
Costes de inversión	Sólo debe proporcionarse en caso de que no sea posible calcular los costes del ciclo de vida.	✓	
Instalación, operación, reparación y reciclaje			
Experiencia y obligación del contratista	<p>Proporcionar información para que los usuarios conozcan la manera de controlar la iluminación y mantener el sistema es fundamental para que puedan hacerse ajustes en caso de necesidad, por ejemplo cuando se modifica el diseño de una habitación).</p> <p>Funcionalidad</p> <ul style="list-style-type: none"> Los sistemas de iluminación recientemente instalados o renovados deben funcionar correctamente y no utilizar más energía de la especificada. Los controles vinculados a la luz solar deben calibrarse de manera que garanticen el apagado cuando la luz solar sea adecuada. Debe verificarse que los sensores de movimiento detectan objetos en movimiento. Los temporizadores, físicos o software, se deben configurar para desactivarse cuando corresponda. Tras la puesta en servicio del sistema de iluminación, si hay partes del mismo que aparenten incumplir alguna especificación o requisito, el contratista deberá ajustar o recalibrar los sistemas. <p>Formación</p> <ul style="list-style-type: none"> Es preferible que el contrato incluya una formación a los usuarios que permita un buen control y mantenimiento de la iluminación. <p>Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> Es preferible que el contrato incluya la instalación de un sistema de medición para detectar fallos y supervisar que el consumo de energía corresponda al especificado. El producto debe estar disponible. Se recomienda pedir a los fabricantes de todos los productos LED adquiridos que garanticen la disponibilidad del producto durante un periodo de tiempo pre-establecido 	✓	✓
	<p>Sustancias peligrosas</p> <ul style="list-style-type: none"> Se recomienda exigir que los fabricantes no utilicen en sus productos sustancias catalogables como peligrosas. La Agencia europea de los productos químicos trabaja junto con la CE y los Estados miembros de la UE para garantizar la salud de las personas y del medio ambiente identificando las necesidades de gestión de riesgos regulatorios a nivel de la UE [39], incluido el reglamento REACH. <p>Gestión de Residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante la instalación de sistemas de iluminación nuevos o renovados, se deben reducir los residuos y separar todas las partes y recuperarlas de acuerdo con la directiva RAEE. 		

Criterio	Requisitos	Requisito obligatorio	Criterio de adjudicación
	<p>Sustancias peligrosas</p> <ul style="list-style-type: none"> Se recomienda exigir que los fabricantes no utilicen en sus productos sustancias catalogables como peligrosas. La Agencia europea de los productos químicos trabaja junto con la CE y los Estados miembros de la UE para garantizar la salud de las personas y del medio ambiente identificando las necesidades de gestión de riesgos regulatorios a nivel de la UE [39], incluido el reglamento REACH. <p>Gestión de Residuos</p> <ul style="list-style-type: none"> Durante la instalación de sistemas de iluminación nuevos o renovados, se deben reducir los residuos y separar todas las partes y recuperarlas de acuerdo con la directiva RAEE. 		

Precalificación

La precalificación de las ofertas de las empresas podría incluir:

- Experiencia en la implementación de sistemas de iluminación similares en proyectos similares (de la misma envergadura y tipo), tiempo de entrega, etc.
- Mediciones en un laboratorio neutral para documentar el ahorro de energía.
- Presentación sobre la integración de las luminarias en los edificios reales.
- Presentación sobre la capacidad de la empresa para realizar el mantenimiento del sistema de iluminación.

Criterios de adjudicación de PremiumLight-Pro: – Ponderación

Los criterios y requisitos mínimos ya especificados se deberán cumplir en cualquier oferta. Como criterio de adjudicación se puede exigir y evaluar una calidad y eficiencia superiores a los valores mínimos, mediante un esquema de puntuación para cada parámetro, como se muestra a continuación.

Naturalmente, la selección de los criterios de adjudicación y la ponderación aplicada dependen del tipo de proyecto, de edificio y de habitación.

Criterio de adjudicación	Ponderación [%]
Coste	
Coste del ciclo de vida	30
Eficiencia energética	
Consumo de energía y potencia	20
Calidad y diseño de iluminación	
Reproducción cromática	10
Vida útil	15
Control de iluminación (dependiendo de las características de control adicionales incluidas)	5
Instalación, Operación, Mantenimiento, Reparación, Reciclaje	
Formación del contratista (incluido o no incluido)	10
Disponibilidad de garantía y repuestos	10
Total	100

Acerca de PremiumLight-Pro

PremiumLight-Pro es un proyecto H2020 de la UE (2016-19) que proporciona información sobre la implementación de sistemas de iluminación LED (por sus siglas en inglés, Light-Emitting Diode, «diodo emisor de luz») de bajo consumo. Su finalidad es diseñar políticas de iluminación interior y exterior para el sector de servicios público y privado, en colaboración con organismos del mercado eléctrico vinculados tanto al lado de la oferta como al de la demanda. Entre estas directrices se incluyen:

- Criterios de compra
- Guías de iluminación interior y exterior
- Recopilación de casos de buenas prácticas
- Plataforma de información
- Herramientas de planificación específicas y base de datos de productos
- Ejecución de cursos de formación modulares dirigidos a arquitectos, instaladores, ingenierías, municipios, etc.

PremiumLight-Pro también da soporte al continuo desarrollo de la normativa europea, incluyendo el ecodiseño, etiquetado y la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios o EPBD. Asimismo, respalda el desarrollo de herramientas políticas legislativas a nivel nacional; por ejemplo, herramientas de apoyo a la EPBD, esquemas de incentivos energéticos, certificados de ahorro energético y modelos de contratación. Esta guía se actualiza a lo largo del tiempo con nueva información. Para ver si hay una nueva versión de la guía puede visitar www.premiumlightpro.es.

Consorcio PremiumLight-Pro:



Austria
Austrian Energy Agency
www.energyagency.at



República Checa
SEVEn, The Energy Efficiency Center
www.svn.cz



Energy piano
Dinamarca
Energy piano, consultora independiente



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Portugal
Institute for Systems and Robotics,
University of Coimbra
<https://isr.uc.pt/>



Reino Unido
Energy Saving Trust
www.energysavingtrust.org.uk



Alemania
co2online gGmbH
www.co2online.de

POLITECNICO MILANO
DIPARTIMENTO DI ENERGIA



eERG
end-use Efficiency Research Group
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia
Italia
Politecnico Milano
www.energia.polimi.it



España
Consultora estratégica en energía
www.ecoserveis.net



Polonia
Foundation for Energy Efficiency
www.fewe.pl

Autor:

Energy piano

Casper Kofod
ck@energypiano.dk
L.F.Cortzens Vej 3 2830 Virum, Denmark

Adaptación española:

Asociación Ecoserveis

info@ecoserveis.net
C/Girona, 25 08010 Barcelona. España

En términos generales, se pretende destacar que existe un alto potencial para proporcionar un importante ahorro de energía mediante la implementación de las políticas adecuadas para facilitar la inclusión en el mercado de sistemas de iluminación LED altamente eficientes.