

Caso práctico

En el nº5 de la **Avenida del Despilfarro** se encuentra una **Peluquería**, y su propietaria **Rosa** lleva algún tiempo pensando en reformar la decoración de su local para conseguir que recree un ambiente moderno agradable e íntimo.

La instalación de alumbrado de la **Peluquería** es un poco antigua y los clientes se quejan de que las luces del techo deslumbran cuando les lavan la cabeza.

Rosa pretende combinar la luz natural que proviene de un gran ventanal con la iluminación artificial que se instale y que debe de contrarrestar con el estuque veneciano que pretende colocar en las paredes y resaltar las molduras del falso techo.

Como **Rosa** está muy concienciada con la eficiencia energética le pregunta a su amiga **Estrella** por las posibilidades de la instalación de iluminación y ambas se dirigen a las oficinas de **SOLZO S.L.**

Tras una primera entrevista con **Marisol** y **Lorenzo** sientan las bases del estudio a realizar y designan a **Estrella** como la persona responsable de realizar el estudio.



A lo largo de esta unidad de trabajo se analizarán las instalaciones de iluminación tanto de interior como de exterior y se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué variables se controlan en instalaciones de iluminación?
- ✓ ¿Qué requerimientos deben cumplir las instalaciones de interior?
- ✓ ¿Cómo se dimensionan las instalaciones de alumbrado de interior?
- ✓ ¿Qué requerimientos deben cumplir las instalaciones de exterior?
- ✓ ¿Cómo se dimensionan las instalaciones de alumbrado de exterior?
- ✓ ¿Qué elementos de control se utilizan en las instalaciones de iluminación?
- ✓ ¿Qué operaciones de mantenimiento se llevan a cabo en instalaciones de iluminación?
- ✓ ¿Qué riesgos están asociados a este tipo de instalaciones?



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Técnicas de medición de variables de iluminación.

Caso práctico

Cuando entras en un local es fácil saber si la luz es suficiente o insuficiente, y depende de la tarea que se pretende realizar en él. ¿Conoces alguna variable relacionada con la cantidad de luz? En esta unidad aprenderás todo lo necesario para medir las variables de iluminación de un local.



El espectro electromagnético contiene un gran número de diferentes tipos de radiaciones, las cuales se diferencian entre sí por la frecuencia y la longitud de onda. Dentro de este espectro se encuentra la radiación visible que se encuentra entre las radiaciones ultravioletas y las radiaciones infrarrojas. Algunas fuentes de luz artificial producen, junto con la luz visible, radiaciones ultravioletas o infrarrojas.

El espectro visible puede dividirse en un cierto número de márgenes de longitudes de onda y cada uno de ellos produce en la vista la impresión de un determinado color.

La visibilidad depende de diversos factores como el tamaño del objeto con el que se trabaja, el color de la pieza, la distancia a los ojos, la intensidad de la luz, la persistencia de la imagen, el contraste cromático y luminoso con el fondo, entre otros.

La medición de las variables de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación. Se puede realizar por área de trabajo, puesto de trabajo o una combinación de ambos.

Es conveniente realizar y registrar las mediciones al menos una vez al año, o antes si se modifican las tareas visuales, el área de trabajo o los sistemas de iluminación.

En cada puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo, y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

Para determinar la reflexión se coloca la célula del luxómetro de cara a la superficie. Se retira la célula, lentamente, de 10 a 15 cm. de la superficie. Se registra la lectura A (Iluminación reflejada). Se coloca la célula sobre la superficie, orientada en sentido contrario. Se registra la lectura B (Iluminación incidente). Dividiendo la lectura A entre la lectura B se obtiene un valor aproximado del factor de reflexión de la superficie medida.

Si los resultados no son satisfactorios por estar por debajo de los niveles indicados por la norma, o porque los factores de reflexión estén por encima de los establecidos, se debe modificar el sistema de iluminación o su distribución, instalando iluminación complementaria en caso de ser necesaria.

1.1.- Unidades.

¿Sabes qué aparato se utiliza para medir el nivel de iluminación de una sala? Se denomina **luxómetro**.

Las principales variables que se utilizan en las instalaciones de iluminación son:



- ✓ **Flujo luminoso:** es la cantidad de luz emitida o radiada, en un segundo y en todas las direcciones. Se representa por la letra griega Φ y su unidad es el **lumen (lm)**.
- ✓ **Intensidad luminosa:** es el flujo luminoso emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Su unidad es la **candela (cd)**.
- ✓ **Energía luminosa:** representa la **cantidad de luz** y se define como el **flujo luminoso** emitido por unidad de tiempo. Se representa por la letra **Q** y su unidad es el **lumen por hora (lm h)**.

- ✓ **Iluminancia:** representa el **nivel de iluminación** de una superficie y se define como la relación entre el **flujo luminoso** que recibe la superficie y su **área**. Se representa por la letra **E** y su unidad es el **lux**.

$$Q(\text{lm}\times\text{h}) = \Phi \times t$$
$$E(\text{lux}) = \frac{\Phi}{S} \left(\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right)$$

La medida del nivel de iluminación se realiza por medio de un aparato llamado **luxómetro**, este aparato que contiene una célula fotoeléctrica que genera una corriente eléctrica en función de la luz incidente.



- ✓ **Rendimiento luminoso:** o eficacia luminosa que representa el **flujo luminoso** que emite una fuente de luz por cada unidad de **potencia** consumida. Se representa por la letra griega ϵ y se mide en **lm/W**.

$$\epsilon \left(\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right) = \frac{\Phi}{P}$$

- ✓ **Luminancia:** es la relación entre la **intensidad luminosa** y la **superficie aparente** vista por el ojo en una dirección determinada. Se representa por la letra **L** y su unidad es el **stilb=cd/m²**, aunque también puede medirse en **nit = cd/cm²**.
- ✓ **Tc:** Temperatura de color de la fuente de luz que puede ser **Cálida (2.000 K)**, **Neutra (3.000 K)** o **Fría (4.200 K)**.
- ✓ **IRC o Ra:** Es el Índice de Reproducción del Color y representa la capacidad de una fuente de luz para reproducir de forma fiel los colores naturales de los objetos, suele tomar valores entre **15**, que se considera **insuficiente** y **95** que sería **excelente**.



Para saber más

En este enlace puedes descargar un interesante y detallado documento de **INDALUX** sobre **Magnitudes Luminosas**.

[Magnitudes Luminosas](#) (1,43 MB)

Autoevaluación

El rendimiento será mayor cuanto mayor número de lúmenes obtengamos de una fuente luminosa con un aumento proporcional de la potencia en vatios.

- Verdadero.
- Falso.

Fíjate en la definición de rendimiento luminoso.

Correcto, el rendimiento se mantiene o disminuye. Para que aumente el rendimiento luminoso la potencia eléctrica o consumo debe de disminuir.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.2.- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).

Observa la instalación eléctrica de la sala en la que te encuentras ¿Sabrías decirme que potencia eléctrica dedicada a la iluminación puedo colocar en un local y que valores son los máximos?

El **Valor de la Eficiencia Energética de una Instalación (VEEI)** es la cantidad de energía consumida por metro cuadrado por cada 100 lux de iluminación y se expresa así:

$$VEEI\left(\frac{W}{m^2}\right) = \frac{P(W) \cdot 100}{S(m^2) \cdot E_m(lux)}$$

Para establecer los **valores límites** máximos de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación se tiene en cuenta el uso del recinto:



Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI lim)

Uso del recinto	VEEI
Administración en general	3
Andenes de estaciones de transporte	3
Pabellones de exposición o ferias	3
Salas de diagnóstico	3,5
Aulas y laboratorios	3,5
Habitaciones de hospital	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos	4,0
Estaciones de transporte	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas)	6,0
Hostelería y restauración	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux	2,5

Debes conocer

En el enlace siguiente puedes encontrar el **Documento Básico HE de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación**. Se trata de una normativa por lo que no es necesario que la estudies de memoria, debes fijarte principalmente en el **HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**.

[Documento Básico HE de Ahorro de Energía](#). (3,47 MB)



1.3.- Rendimiento.

Supongo que en alguna ocasión has comprado alguna lámpara. ¿En qué te fijas más antes de comprarla? Posiblemente la mayor parte de la gente se fija en el precio, pero sería conveniente valorar también la eficiencia energética de la luminaria.

El **Rendimiento luminoso** o **eficacia luminosa** de una lámpara es la relación entre el flujo luminoso de la lámpara y la potencia eléctrica consumida incluyendo los accesorios para su correcto funcionamiento.

$$\eta \left(\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right) = \frac{\Phi}{P}$$

Podemos decir que el rendimiento se puede interpretar como una medida de eficiencia energética ya que una lámpara que tiene un rendimiento luminoso de **90%** será mucho mejor que una de **75%**, emitiendo muchas menos **radiaciones infrarrojas** en forma de calor que no producen flujo luminoso.



Tipos de fuentes

Tipo de fuente	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia luminosa (lm/W)
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10,75
	100	1.300	13,80
Lámpara fluorescente compacta	7	400	57,10
	9	600	66,70
Lámpara fluorescente tubular	20	1.030	51,50
	40	2.600	65,00
Lámpara vapor de mercurio	250	13.500	54,00
	400	23.000	57,50
Lámpara Halogenuros Metálicos	250	18.000	72,00
	400	24.000	67,00
	1000	80.000	80,00
Lámpara vapor de sodio alta presión	250	25.000	100,00
	400	47.000	118,00
	1.000	120.000	120,00
Lámpara vapor de sodio baja presión	55	8.000	145,00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180,00
Lámpara LED	variable	variable	85 - 105

Para saber más

En este enlace puedes descargar un interesante y detallado documento de INDALUX sobre Lámparas.

[Lámparas](#) (0,55 MB)

Autoevaluación

¿Cuál es la expresión correcta que nos indica el VEEI de una instalación de iluminación?

$$VEEI = \frac{E_m \times 100}{S \times P}$$

$VEEI = \frac{S \times 100}{P \times E_m}$

$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$

$VEEI = \frac{S \times E_m}{P \times 100}$

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar el CTE.

Efectivamente es correcto, esta es la expresión.

No es la respuesta correcta, debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

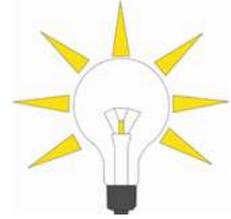
2.- Iluminación de interior.

Caso práctico

Estrella llega a la **Peluquería de Rosa** y comienza a recopilar los datos que va a necesitar para realizar su estudio. Le pide a **Rosa** un plano planta del local y esta le entrega uno que carece de cotas. Entre las dos se ponen a medirlo. El local tiene forma rectangular y posee una **fachada de 5 m**, un **fondo de 20 m** y una **altura útil de 3 m**.

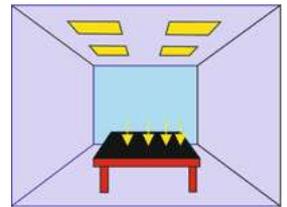
Estrella toma su calculadora y dice: Tienes un local de **100 m²**.

¿Cuántos lúmenes necesito? ¿Cómo distribuyo las lámparas?



Hasta no hace mucho la iluminación de interiores consistía en suministrar luz en cantidades adecuadas con el fin de realizar tareas de un alto rendimiento visual. En un aspecto cuantitativo se limitaba a eliminar o reducir posibles efectos de deslumbramientos, reflejos, sombras y zonas oscuras.

Se puede decir que un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer las necesidades visuales, genera un ambiente saludable, seguro y confortable empleando adecuadamente los recursos tecnológicos (lámparas, luminarias, sistemas ópticos, equipos de control y regulación, entre otros) para hacer un uso racional de la energía contribuyendo a minimizar el impacto ecológico y ambiental.



El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para la visión no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse.

A la hora de diseñar una instalación de iluminación de interior se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión del trabajador.
- ✓ Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores.
- ✓ Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad.
- ✓ Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

Se aprovechan distintos procedimientos para generar luz:

- ✓ Incandescencia.
- ✓ Fluorescencia.
- ✓ Fosforescencia.
- ✓ Luminiscencia.
- ✓ Electroluminiscencia.

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado a la variable medida en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar.

Dispositivo de protección.	Relación.	Tipo de Protección.
Flujo Luminoso.	<input type="checkbox"/>	1. Indica el flujo luminoso que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia consumida.
Intensidad Luminosa.	<input type="checkbox"/>	2. Flujo luminoso emitido por unidad de tiempo.
Energía Luminosa.	<input type="checkbox"/>	3. Cantidad de luz emitida o radiada.
Rendimiento Luminoso.	<input type="checkbox"/>	4. Flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección.

Enviar

Flujo Luminoso es cantidad de luz emitida o radiada, Intensidad Luminosa es el flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección, Energía Luminosa es flujo luminoso emitido por unidad de tiempo, Rendimiento Luminoso Indica el flujo luminoso que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia consumida.

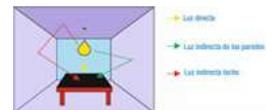
2.1.- Alumbrado directo e indirecto.

Caso práctico

Rosa le indica a Estrella que tenía pensado instalar algún tipo de **alumbrado indirecto** oculto detrás de la moldura del techo. Estrella le contesta que este tipo de iluminación suele quedar bien pero la eficiencia es menor que la del **alumbrado directo**.



Cuando una lámpara se enciende, el flujo emitido puede llegar a los objetos del local directamente o indirectamente debido a la reflexión en paredes y techo. Esto puede originar **sombras** o **deslumbramientos** desagradables o **inseguridad**.



La cantidad de luz que llega **directa** o **indirectamente** determina los diferentes sistemas de iluminación con sus ventajas e inconvenientes.

- ✓ **Iluminación directa:** se produce cuando todo el flujo de las lámparas va dirigido hacia el suelo. Este es el sistema más económico de iluminación y el que ofrece mayor **rendimiento luminoso**. Por contra, el riesgo de **deslumbramiento directo** es muy alto y produce **sombras** duras poco agradables para la vista.
- ✓ **Iluminación semidirecta:** con este sistema la mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia el suelo y el resto es reflejada en techo y paredes. En este caso, las **sombras** son más suaves y el **deslumbramiento** menor que el caso anterior. Sólo es recomendable para techos que no sean muy altos y sin claraboyas puesto que la luz dirigida hacia el techo se perdería por ellas.
- ✓ **Iluminación difusa:** en este tipo de iluminación el reparto de la procedencia del **flujo directo e indirecto** es del **50%**. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.
- ✓ **Iluminación indirecta:** en la que casi la totalidad de la luz se dirige hacia el techo. Es la más parecida a la luz natural pero es una solución muy cara puesto que las **pérdidas por absorción** son muy elevadas. Por ello es imprescindible usar pinturas de colores blancos con reflectancias elevadas.



Para saber más

En el enlace puedes encontrar todas las noticias y normativas referentes a instalaciones de iluminación.

[Comité Español de Iluminación.](#)

Autoevaluación

¿Qué tipo de iluminación crees que sería más adecuada para iluminar un local que posee 5 metros de altura libre?

- Iluminación Directa.
- Iluminación Semidirecta.
- Iluminación Difusa.
- Iluminación Indirecta.

Con ella se consigue una mejor distribución del flujo luminoso.

Incorrecta, se pierde mucho flujo en iluminar un techo que está muy alto.

Incorrecta, se utiliza únicamente para ambientación de locales.

No es correcto, se trata de una iluminación que resultaría muy cara.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

2.2.- Requerimientos de iluminación.

¿Cuál crees tú que será el nivel de iluminación **óptimo** para una **peluquería**? Los **niveles de iluminación** están regulados por lo que será conveniente que revise la **normativa** antes de decidir cuál vas a considerar.

El **Código Técnico de la Edificación** intenta conseguir una mejora en la eficiencia energética. La norma europea transpuesta a la norma UNE-EN-12464 relativa a **Iluminación de los lugares de trabajo en interior**, es la que se ha tomado como referencia. En ella se especifican los requisitos de iluminación que se resumen en la tabla siguiente y que vienen determinados por la satisfacción de tres necesidades básicas humanas como son:



- ✔ **Confort visual:** mediante el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, aumentando la productividad en el puesto de trabajo.
- ✔ **Prestaciones visuales:** para que los trabajadores realicen sus tareas incluso en circunstancias difíciles.
- ✔ **Seguridad:** necesaria para la realización de su trabajo.

Requisitos de iluminación

Nº ref	Tipo de Interior, Tarea y Actividad	E _m lux	UGR _L	R _a
Establecimientos sanitarios				
1.1	Oficina de Personal	500	19	80
1.2	Sala de espera, personal y pasillo	200	22	80
1.3	Pasillos durante la noche	50	22	80
1.4	Sala de Personal	300	19	80
Establecimientos educativos				
2.1	Aulas, aulas de tutoría	300	19	80
2.2	Aulas de clase nocturnas y educación de adultos	500	19	80
2.3	Sala de lecturas	500	19	80
2.4	Pizarra	500	19	80
Oficinas				
1.1	Archivo copias	300	19	80
1.2	Escritura a máquina, datos y lectura	500	19	80
1.3	Dibujo técnico	750	19	80
1.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80
Restaurantes y hoteles				
2.1	Recepción, caja, conserjería	300	22	80
2.2	Cocinas	500	22	80
2.3	Restaurante, comedor, sala de reuniones	-	-	80
2.4	Restaurante autoservicio	200	22	80
2.5	Conferencias	500	22	80
2.6	Pasillo	100	25	80
Aparcamientos públicos				
7.1	Rampas de acceso o salidas (día)	300	25	20
7.2	Rampas de acceso o salidas (noche)	75	25	20
7.3	Calles de circulación	75	25	20
7.4	Áreas de aparcamiento	75	-	20
Actividad industrial y artesanal				
9.1	Peluquerías	500	19	90

Nº ref	Tipo de Interior,Tarea y Actividad	E _m lux	UGR _L	R _a
11.2	Lavanderías	300	25	80
13.7	Mecanizado de chapa (espesor>5mm)	200	25	60
16.1	Imprentas	500	19	80

Para saber más

En el enlace puedes encontrar una publicación de **Philips** en la que aparecen todos los valores de iluminación de los locales, tareas y actividades de la norma **UNE 12464.1** entre otras informaciones interesantes.

[Catálogo de Iluminación de Philips referido al CTE.](#) (0,86 MB)

2.3.- Tipos de luminarias y eficiencia energética.

Caso práctico

Estrella observa las luminarias de la **Peluquería**, Rosa tiene instaladas lámparas halógenas y tubos fluorescentes.

¿Conoces algún otro tipo de luminaria? ¿Sabes como funciona cada uno de los tipos de luminarias? ¿Sabrías decir cuáles son las más eficientes?

Los tipos de lámparas que puedes encontrarte en una instalación de alumbrado son principalmente:

- ✓ **Lámparas incandescentes:** Son las más económicas y más fáciles de instalar pero presentan un bajo rendimiento y tienden a ser sustituidas por otros tipos.
 - ✦ **Incandescentes normales:** Su funcionamiento está basado en el flujo luminoso emitido por un filamento de **wolframio** en una ampolla al vacío, que se pone al rojo al ser recorrido por una corriente eléctrica. Están ya en desuso para usos comunes.
 - ✦ **Incandescentes halógenas:** Incorporan un gas halógeno en la ampolla para evitar la degradación del filamento, aumentando así su vida útil.
- ✓ **Lámparas de descarga:** Se basan en la descarga de gases o excitación de un gas sometido a descargas entre dos electrodos. Requieren de un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento. Son más eficientes que las lámparas de incandescencia. Se clasifican según el tipo de gas empleado y su presión:
 - ✦ **Lámparas fluorescentes tubulares:** son lámparas de vapor de mercurio a baja presión. Sus cualidades de color y de baja iluminancia las hace adecuadas para su empleo en salas de reducida altura.
 - ✦ **Lámparas fluorescentes compactas:** presentan el mismo funcionamiento que las tubulares. Están formadas por uno o más tubos fluorescentes doblados incluyen los equipos auxiliares en el casquillo.
 - ✦ **Lámparas fluorescentes sin electrodos:** emiten luz en presencia de un campo magnético junto con una descarga en gas. Presentan una elevada vida útil (**60.000 horas**) sólo limitada por los componentes electrónicos. Se les denomina también **lámparas de inducción**.



- ✦ **Lámparas de vapor de mercurio de alta presión:** luminarias de mayor potencia que las de fluorescencia, emiten un mayor flujo luminoso pero una eficacia algo menor.
- ✦ **Lámparas de luz mezcla:** son una mezcla entre las luminarias de vapor de mercurio a alta presión y las de incandescencia. No requieren de balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente.
- ✦ **Lámparas de halogenuros metálicos:** presentan halogenuros metálicos con un relleno de mercurio mejorando su capacidad para reproducir el color y su eficacia y se usan mucho en exterior.
- ✦ **Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos:** nueva familia de luminarias que combinan la tecnología de las luminarias de halogenuros metálicos con las de sodio a alta presión. El tubo de descarga es de material cerámico lo que les permite operar a temperaturas más altas aumentando su vida útil. Se utilizan mucho en el sector terciario (comercios, oficinas,...).
- ✦ **Lámparas de vapor de sodio a baja presión:** son las más eficaces pero producen una radiación amarillenta prácticamente monocromática por lo que son muy utilizadas en túneles y autopistas en las que no se requiere gran reproducción cromática.
- ✦ **Lámparas de vapor de sodio a alta presión:** presentan una mejor reproducción cromática que las de baja presión aunque su eficacia disminuye respecto a éstas. Cada vez se usan más.
- ✓ **Lámparas de led:** poseen diodos emisores de luz (**LED**) basados en semiconductores que convierten la corriente eléctrica en luz sin necesidad de filamento. Su vida útil es elevada siendo un **80%** más eficientes que las lámparas **incandescentes**.

Según la **Directiva 98/11/CE** las lámparas de uso doméstico se deben de identificar según su **rendimiento energético** y deberán de disponer de la etiqueta que indique su clasificación energética, existiendo siete diferentes clases de eficiencia energética de las lámparas para el uso doméstico, en la cual la **clase A** es "la más eficiente" y la **clase G** "la menos eficiente".

Ejemplos de la clasificación son:

- ✓ Lámparas fluorescentes y lámparas ahorradoras de energía: **Clase A o B.**
- ✓ Lámparas halógenas: la mayoría pertenecen a la **clase C o D.**
- ✓ Lámparas incandescentes: la mayoría está en la **clase E o F.**



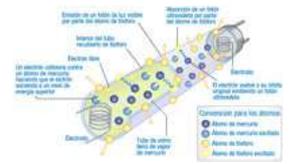
Para saber más

En este enlace podrás encontrar las características técnicas y fotométricas de las lámparas de la empresa Philips.

[Catálogo online de luminarias de Philips.](#)

2.4.- Consumos.

Si tomas dos lámparas de **40W**, una de ellas **fluorescente** y la otra **incandescente** ¿Qué lámpara crees que consume más energía? Es evidente que la lámpara **fluorescente** por tener mejor rendimiento nos proporcionará más cantidad de luz pero el consumo es idéntico para ambas lámparas.



Los consumos de las luminarias se miden en **Kilowatios hora (kWh)**. Este consumo se obtiene como la suma de la potencia consumida por la lámpara y el consumo de los aparatos auxiliares necesarios para su funcionamiento multiplicada por el tiempo que permanezca encendida.

Para calcular el consumo de una lámpara durante un periodo determinado y expresarlo en Kilovatios-hora debemos calcularlo según la siguiente expresión.

$$\text{Consumo}(kWh) = \text{Días} \cdot \text{Horas} \cdot \frac{\text{Potencia}(W)}{1000}$$

[GIF - LaTeX](#)

Ejemplo:

Calcula la diferencia de consumos entre una lámpara de **incandescencia** de **60 W** y otra lámpara de **fluorescente compacta** de **11 W** si las dejamos encendidas las **24 horas** del día durante **un mes**.

$$\text{Consumo}_{\text{Incandescente}} = 30 \cdot 24 \cdot \frac{60}{1000} = 43,2 kWh$$

$$\text{Consumo}_{\text{Incandescente}} = 30 \cdot 24 \cdot \frac{11}{1000} = 7,92 kWh$$

Reflexiona

Las dos lámparas del ejercicio anterior proporcionan una **cantidad de luz similar** pero el consumo de la **incandescente** es más de **cinco veces superior**. Es bastante la diferencia ¿No crees?

Autoevaluación

La peluquería de Rosa tiene **20 metros de largo por 5 de ancho**. En una primera aproximación sobre las lámparas a utilizar sale una potencia de iluminación **6.000W** ¿Cual es el valor de la VEEI con esta previsión? ¿Cumple con la eficiencia energética si el valor límite del VEEI para este local es de **3,5**?

- VEEI = 12 por lo que no cumple.
- VEEI = 10 por lo que no cumple.
- VEEI = 3,5 por lo que cumple.
- VEEI = 2,5 por lo que cumple.

Efectivamente es correcta.

No es la respuesta correcta, debes revisar tus cálculos.

No es correcta, el valor de VEEI de la previsión es mucho mayor.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto

4. Incorrecto

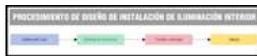
3.- Cálculo de iluminación de interior.

Caso práctico

Ya sabemos qué tipo de iluminación vamos a colocar en la **Peluquería** y que sistema de iluminación vamos a emplear. Pero, nos falta lo mas importante ¿cuantas lámparas necesitamos y de que potencia? ¿Que potencia máxima eléctrica puedo colocar para cumplir con el CTE.



Para dimensionar una instalación de iluminación se debe seguir el procedimiento siguiente:



- ✓ **Análisis del local:** se deben considerar la altura del plano de trabajo, altura de suspensión de las luminaria, nivel de iluminación del local en función de las actividades a realizar, coeficientes de utilización del local, colores de las paredes los índices de reflexión de estos, factor de mantenimiento del local relacionado entre otros con el grado polución existente que hará disminuir la eficiencia de las lámparas.
- ✓ **Sistema de iluminación:** que se va a utilizar, distribución de las lámparas en el local para cumplir con las necesidades de las personas y conseguir el ambiente necesario.
- ✓ **Fuentes luminosas:** se deben seleccionar las lámparas y luminarias a utilizar, que además de cumplir con las necesidades técnicas de iluminación y eficiencia energética deberán cumplir una función decorativa y estética en el local. Por la gran cantidad de fabricantes y modelos nos resultará difícil escoger el modelopor lo que será la parte principal y más complicada. Estas son las consideraciones más importantes a tener en cuenta:

Características de las fuentes luminosas

Características de las fuentes luminosas	Rendimiento o factores de diseño a tener en cuenta
Rendimiento Luminoso (lm/W)	Tiempo diario de funcionamiento
Temperatura de color (K)	Uso Racional de la Energía
Índice de respuesta de color	Necesidades de ambientación
	Demandas estéticas
	Demandas psicológicas
	Reproducción de colores
Vida útil (horas)	Apariencia de objetos
	Frecuencia de encendidos y apagados
Tiempo de encendido	Requerimientos de Mantenimiento
	Tiempo de puesta en servicio
	Demandas de seguridad

- ✓ **Cálculos:** en un principio se hace una primera aproximación del nivel de iluminación en el plano de trabajo utilizando la potencia específica, pudiendo posteriormente realizar un cálculo detallado para valorar los efectos de la reflexión de las paredes y otros elementos sustanciales del local como pueden ser muebles, espejos, ventanales o cortinas, utilizando para ello programas de ordenador. Posteriormente se comprobará si se cumple con la eficiencia energética asignada para ese local.

Para saber más

En este enlace puedes descargar un interesante y detallado documento de INDALUX sobre Iluminación interior e industrial.

[Iluminación interior e industrial](#) (0,19 MB)

Autoevaluación

¿Qué nivel de iluminación medio deberá tener un garaje de vehículos que se utiliza durante el día?

- 75 Lux.
- 50 Lux.
- 100 Lux.
- 125 Lux.

El nivel de iluminación es de 75 Lux y no depende del horario de utilización.

No es correcto, debes revisar la tabla de requerimientos de iluminación.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecto, debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

3.1.- Cumplimiento de reglamentación.

Caso práctico

Estrella lleva siempre a mano su copia del **CTE**, como si se tratara de una herramienta más, para poder consultar dudas y aplicar adecuadamente la **normativa vigente**. Tú también deberías hacerlo.



Debemos de aplicar el **Documento Básico** del **CTE DBHE-3** de **Ahorro de Energía** en las instalaciones de iluminación interior en los siguientes casos:



- ✓ Edificios de nueva construcción.
- ✓ Intervenciones en edificios existentes con:
 - renovación o ampliación de una parte de la instalación.
 - cambio de uso característico del edificio.
 - cambios de actividad en una zona del edificio.
- ✓ En el caso de intervenciones en edificios existentes, se considerarán los siguientes criterios de aplicación:
 - se aplicará esta sección a las instalaciones de iluminación interior de todo el edificio, en los siguientes casos:
 - intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
 - cambios de uso característico.
 - cuando se renueve o amplíe una parte de la instalación, se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad.
 - cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrá de estos sistemas.
 - en cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) límite respecto al de la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona.

Quedan **excluidos** del ámbito de aplicación:

- ✓ Las instalaciones interiores de viviendas.
- ✓ Las instalaciones de alumbrado de emergencia.
- ✓ Los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables.
- ✓ Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- ✓ Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².
- ✓ Edificios industriales, de la defensa y agrícolas, o parte de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.

En todos estos casos de edificios que quedan excluidos de la aplicación de **CTE** se deberán justificar mediante proyecto las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.



Para el cumplimiento de la sección deberemos de realizar las siguientes verificaciones:

- ✓ Calcular el valor del **VEEI** para cada zona y comprobar que no se superan los valores límite.
- ✓ Calcular la potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada y comprobar que no superan los valores límite establecidos.
- ✓ Comprobar que existe un **sistema de control** zonificado y, en su caso, de **regulación** que optimice el aprovechamiento de la **luz natural**.
- ✓ Verificar la existencia de un **plan de mantenimiento**.

Debes conocer

En el siguiente enlace puedes consultar la sección HE3 del Documento Básico HE de Ahorro de Energía del CTE:

[Sección HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación](#)

Para saber más

En este enlace podrás encontrar las características técnicas y fotométricas de las lámparas de la empresa Osram.

[Catálogo de luminarias de Osram.](#)

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado al requerimiento de iluminación asociado a cada actividad o local en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar

Actividad o Local.	Relación.	Requerimientos de iluminación.
Pasillos de hospitales de noche	<input type="checkbox"/>	200 Lux.
Aula de colegio.	<input type="checkbox"/>	300 Lux.
Lavandería.	<input type="checkbox"/>	500 Lux.
Restaurante Autoservicio.	<input type="checkbox"/>	50 Lux.

Enviar

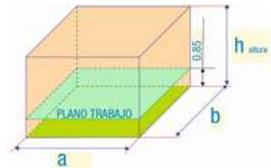
Pasillos de hospitales de noche 50 Lux, Aula de colegio 500 Lux, Lavandería 300 Lux, Restaurante autoservicio 200 Lux.

3.2.- Cálculo de luminarias.

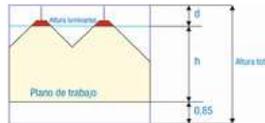
Caso práctico

Estrella toma las dimensiones de la **Peluquería de Rosa** y comienza a realizar los cálculos necesarios para determinar el número de luminarias que necesita instalar en el local para cumplir la **reglamentación vigente**.

El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores se realiza utilizando el **método de los lúmenes**. Que consiste en calcular el valor medio de la iluminancia en el local con alumbrado general utilizando el siguiente procedimiento:



- ✓ **Conocer la geometría:** Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (Altura a la superficie de la mesa de trabajo) normalmente se consideran **0,85 m**.
- ✓ **Nivel de iluminancia media (E_m):** valor que depende del tipo de actividad que se realizará en el local y que se encuentra tabulado en las normas y recomendaciones.
- ✓ **Lámpara:** se escogerá el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada para el tipo de actividad a realizar.



- ✓ **Sistema de alumbrado:** Se escogerá el tipo de alumbrado y la luminaria a emplear en el local.
- ✓ **Altura de suspensión:** determinar la altura de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.
- ✓ **Cálculo de K :** el índice del local se determina a partir de la geometría de éste utilizando la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \times b}{h \cdot (a + b)}$$

- ✓ **Coefficientes de reflexión:** Determinados para el techo, paredes y suelo según la tabla siguiente:

Coefficientes de reflexión

Elemento	Color	Coefficiente de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3

- ✓ **Factor de utilización (η):** Se determina a partir del **índice del local** y los **coeficientes de reflexión** determinados anteriormente.

Factor de utilización

	Techo	Factor de Utilización							
		75%			50%			30%	
	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
Índice del local (K)	0,50	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
	0,70	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
	0,90	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41
	1,10	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46
	1,40	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50
	1,65	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54
	2,00	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,60	0,61	0,59
	2,75	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59

3,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62
4,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63

- ✓ **Factor de mantenimiento** (f_m): que es función del estado de conservación esperado para la luminaria y suele considerarse un valor entre 0,65 y 0,85.

- ✓ **Flujo luminoso total:** se determina a partir de la expresión:

$$\Phi_t = \frac{E_m \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

- ✓ **Número de luminarias:** se determina a partir de la expresión:

$$N = \frac{\Phi_t}{n \cdot \Phi_L}$$

Para saber más

En el siguiente enlace tienes el software gratuito DIALux para el diseño y medida de las variables luminotécnicas tanto en alumbrado interior como exterior:

[Programa de diseño DIALux evo](#)

3.3.- Distribución de luminarias.

Caso práctico

Estrella le comenta a **Rosa** que la mejor opción será utilizar el **alumbrado general** para cubrir todo el local y combinarlo con **alumbrado localizado** para reforzar las **zonas de trabajo** en las que se necesitan **iluminancias** más elevadas.

Según el grado de uniformidad deseado en un local distinguiremos tres casos:

- ✓ Alumbrado General.
- ✓ Alumbrado Localizado.
- ✓ Alumbrado Mixto.



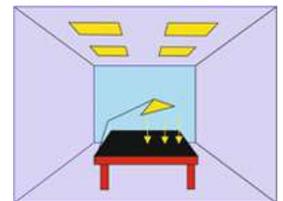
El **alumbrado general** proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

El **alumbrado general localizado** proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra donde más se necesita.

Si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir **deslumbramiento** molesto. El otro inconveniente es que no se pueden redistribuir los puestos de trabajo.

Empleamos el **alumbrado localizado** cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que:

- ✓ El nivel de iluminación requerido sea superior a **1000 lux**.
- ✓ Existan obstáculos para el alumbrado general.
- ✓ No sea necesario su uso permanentemente.
- ✓ Existan personas con problemas visuales.



Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre la luminancia de la tarea visual y la del fondo no sea muy elevada, para evitar que se pueda producir **deslumbramiento** molesto.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar en ZONATECNO un vídeo en el que se modifica el modo de funcionamiento de un tubo fluorescente al tocarlo con las manos.

<https://www.youtube.com/embed/IXahGjZ2Y3g>

[Resumen textual alternativo](#)

Autoevaluación

¿La altura de suspensión de una luminaria es?

- La distancia existente entre el suelo y la luminaria.
- La distancia medida desde el techo hasta la luminaria.
- La distancia desde el plano de trabajo hasta la luminaria.
- La distancia existente entre la luminaria y el plano de trabajo.

No es correcta, debes revisar los conceptos estudiados anteriormente.

Efectivamente esta es la respuesta correcta.

Incorrecta, revisa los apartados anteriores.

No es la respuesta correcta, debes prestar más atención a lo que estudias.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

4.- Iluminación de exterior.

Caso práctico

El una urbanización se va a realizar una obra consistente en adecuar las aceras a un carril bici. ¿Sabrías decirme cuáles son los niveles de iluminación y que tipo de luminaria debo de colocar para cumplir los requisitos reglamentarios?



Cuando se pretende iluminar espacios exteriores se emplean los mismos fundamentos utilizados en los espacios interiores, pero sus aplicaciones son diferentes obedeciendo a varias razones:

- ✓ La reflexión del suelo o de las estructuras cercanas es mínima, por lo tanto no hay componente reflejada que deba de incluirse en los cálculos de la iluminación exterior a cielo abierto.
- ✓ La iluminación de exteriores se realiza para cumplir con una serie de exigencias de una variedad de tareas y satisfacer las necesidades de una serie de personas como ocurre con el Alumbrado de Carreteras, Plazas públicas, Calles Comerciales o Eventos Deportivos en los cuales los jugadores, árbitros, observadores y cámaras de televisión requieren de distintos niveles de iluminación dentro de un mismo espacio.
- ✓ No existe un ángulo de estándar de visión ya que la visión generalmente es en todas las direcciones con el problema que significa proveer de una visión libre de deslumbramientos.
- ✓ Los niveles de iluminación son inferiores, aunque algunas tareas exteriores puedan presentar tanta dificultad como las interiores.
- ✓ La instalación de las fuentes luminosas suele estar montada en mástiles cuya altura es mucho mayor que la media de 2,5 metros de altura habitual en interiores, por lo que proporcionar un nivel de iluminación de 500 lux es impracticable y hasta imposible desde el punto de vista energético.
- ✓ La seguridad es de suma importancia en la iluminación exterior, ya que no es deseable que un trabajador de una oficina cometa errores por una falta de iluminación, pero sería mucho peor que un conductor no sea capaz de ver a un peatón que cruza por una calle que no está suficientemente iluminada. Del mismo modo un peatón puede sufrir un accidente debido a que la iluminación no le permite ver los obstáculos.



Otra misión de la iluminación exterior para el caso de grandes centros comerciales, tiendas y espacios comerciales es:

- ✓ Atraer a personas hacia determinados puntos.
- ✓ Identificar claramente las entradas, salidas y puntos de estacionamiento.
- ✓ Contribuir a la vigilancia y seguridad de las personas y propiedades.
- ✓ Proporcionar uniformidad visual en la zona de compras evitando contaminación lumínica de espacios.
- ✓ Destacar el entorno de las áreas comerciales.

Para saber más

En estos enlaces puedes descargar varios interesantes y detallados documentos de INDALUX sobre Iluminación.

[Iluminación por proyección](#) (0,94 MB)

[Iluminación de carreteras](#) (3,31 MB)

4.1.- Requerimientos de iluminación.

Caso práctico

Es de noche y **Estrella** vuelve de la **Peluquería** de **Rosa** dando un paseo por la calle, como lleva su luxómetro en la caja de herramientas lo saca y comprueba la iluminancia existente. ¡Ya me parecía a mí que en esta calle se podría ahorrar energía eléctrica en la iluminación!



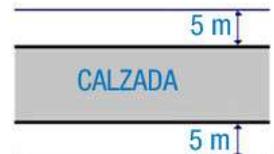
Para determinar si una instalación de iluminación exterior es adecuada y cumple con todos los requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc) necesarios para garantizar un nivel de seguridad, visibilidad y calidad es necesario clasificar los tipos de viales. A esta clasificación en alumbrado vial se le conocen como clase de alumbrado.

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios. En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios, así como aspectos medio ambientales de las vías. Estos requisitos de iluminación no podrán superar en más de un 20% las máximos reglamentarios.

Clasificación según el tipo de la velocidad

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico km/h
A (A1-A2-A3)	De alta velocidad	$v \geq 60$
B (B1-B2)	De moderada velocidad	$30 > v \leq 60$
C (C1)	Carril bici	-
D (D1-D2-D3-D4)	De baja velocidad	$5 > v \leq 30$
E (E1-E2)	De peatones	$v \leq 5$

Los grupos se dividen en los subgrupos indicados en función del tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (**IMD**). A cada uno de estos grupos le corresponde una clase de alumbrado Tipo **M – C – E** en las que se especifican los requisitos fotométricos a cumplir como:



- ✓ **Luminancia media (L_m , L_{AV}):**
- ✓ **Coefficientes de uniformidad de la vía (U_0 , U_L):**
 - ◆ **Global:** Rendimiento visual dado por la expresión: $U_0 = L_{min}/L_{med}$
 - ◆ **Longitudinal:** Comodidad visual a lo largo de la línea central de la vía: $U_L = L_{min}/L_{max}$
- ✓ **Deslumbramiento (**TI** y **G**):** que se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (**TI**) dado por: $TI = 65 \cdot \frac{L_V}{L_m^{0.5}}$
- ✓ **Coefficiente de iluminación de los alrededores (Surround Ratio, **SR**):** que es la iluminancia media de una franja de 5 metros de ancho a cada lado de la calzada. De esta manera se asegura que los objetos, vehículos o peatones que se encuentren en las zonas limítrofes de la vía sean visibles para los conductores.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía de eficiencia energética en el alumbrado público.

[Guía de Eficiencia Energética en el Alumbrado Público.](#) (0,78 MB)

Autoevaluación

En la reforma de una Entidad Bancaria hemos cambiado la instalación de iluminación ¿Debemos aplicar el CTE - DB - HE-3 en la nueva instalación de iluminación?

- Verdadero.
- Falso.

Correcto, debe aplicarse en todas las reformas de locales comerciales y de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Incorrecto, debes fijarte en el apartado DB-HE3 del CTE.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

4.2.- Tipos de luminarias y eficiencia energética.

Piensa en las luminarias de algún parque que visites habitualmente. Seguro que alguno tiene las luminarias que emiten gran parte de sus rayos hacia el cielo, en ellas se está desaprovechando la energía que consumen.

Los diversos tipos de lámparas precisan de un soporte adecuado. Este soporte tiene tanta importancia como la lámpara misma y recibe el nombre de luminaria. Las luminarias cumplen las siguientes funciones:

- ✓ Proteger la lámpara de los agentes externos (lluvia, viento, golpes, caída de objetos, etc).
- ✓ Distribuir o concentrar el flujo luminoso.
- ✓ Contener el sistema de encendido (Balastos, reactancia electrónicas, arrancadores, condensadores, etc).
- ✓ Soporte de la lámpara (casquillo, rosca, etc).
- ✓ Funciones decorativas y estéticas.



Las luminarias adoptan diversas formas aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.

La **eficiencia energética** de una instalación de alumbrado exterior se define como:

$$\varepsilon = \frac{S \times E_m}{P} \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u$$

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores (eficiencia de las luminarias, factores de mantenimiento y utilización) de la instalación sea máximo.

Para los alumbrados de ornamentales, de seguridad nocturna, vigilancia, de señales y carteles luminosos las lámparas deberán tener el rendimiento luminoso, el factor de mantenimiento y el factor utilización elevados y cumplirán con la instrucción **ITC-AE-04** del reglamento de alumbrado exterior.

Para saber más

En este enlace puedes descargar varios interesantes y detallados documento de INDALUX sobre Iluminación.

[Luminarias](#) (1.00 MB)

Autoevaluación

La iluminación difusa es más eficiente que la iluminación directa.

- Verdadero.
 Falso.

Incorrecto, es exactamente al revés.

Correcto, veo que tienes claro el concepto.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

4.3.- Consumos.

Los tipos de consumos de las lámparas son muy variables dependiendo de los tamaños y del tipo de lámpara, pudiendo variar entre el encendido y el momento en que se estabiliza el flujo luminoso.

Si tomas dos lámparas con el mismo número de lúmenes y las conectas a sendos contadores de energía eléctrica podrás observar que el contador de la incandescente avanza mucho más rápido que el otro.



Las lámparas de descarga en general tienen una curva característica tensión-corriente no lineal y generalmente negativa, que da lugar a la utilización de un elemento limitador de la intensidad que se denomina **balasto**, que puede ser tanto electrónico como electromagnético, para evitar el crecimiento ilimitado de la corriente y la destrucción de la lámpara cuando ésta ha encendido. Asociado a este se colocan los correspondientes condensadores para ajustar el factor de potencia.

Además de los dispositivos de regulación de la **corriente de lámpara** y de corrección del **factor de potencia**, algunos tipos de lámparas de alta corriente de descarga, como son las de **vapor de sodio a alta presión**, lámparas de **mercurio con halógenos metálicos** y **vapor de sodio de baja presión** necesitan de una tensión superior a la de la red para iniciar o "**cebar**" la corriente de arco, precisándose en el equipo auxiliar de un dispositivo que proporcione en el instante de encendido la tensión elevada. Dicho dispositivo se llama **arrancador**.

En estos equipos auxiliares se generan pérdidas que, solamente en los **balastos electromagnéticos estándar**, puede oscilar entre un **8 y 25%**. A todo esto hay que añadir las pérdidas que corresponden al **condensador** que oscilan entre un **0,5 y un 1%** y las del **arrancador** que oscilan entre un **0,8 y 1,5%**.

Para que las lámparas cumplan con los criterios de eficiencia energética los conjuntos de lámpara y equipo auxiliar no deben de superar los siguientes valores:

Potencia de las lámparas

Potencia nominal	Potencia total del conjunto (W)			
	<u>VSAP</u>	<u>HM</u>	<u>VSBP</u>	<u>VM</u>
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270(2,5A)277(3A)	--	270
400	435	425(3,5A)435(4,6A)	--	425

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto equipo auxiliar y lámpara fluorescente deberá ajustarse a los valores admitidos por el **Real Decreto 838/2002**, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de **Eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes**.

Autoevaluación

¿Cuál es la expresión que nos indica la eficiencia energética de una instalación de iluminación exterior?

- $\epsilon = P / (S \times Em) \times 100$
- $\epsilon = (S \times Em) / P$
- $\epsilon = (S \times Em) / P \times 100$
-

$$\epsilon = P / (S \times Em)$$

No es correcta, debes revisar la normativa aplicable.

Efectivamente esta es la fórmula que debes utilizar.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la respuesta correcta, esta fórmula no es la que aparece en el CTE.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

5.- Cálculo de iluminación de exterior.

Caso práctico

Cuando caminas por las calles y carreteras, los báculos de las luminarias están colocados de forma ordenada y a una distancia determinada. Esa distancia es la que se calcula para obtener unos requisitos mínimos en la instalación de alumbrado público.



Como ya sabemos una instalación de alumbrado público debe de garantizar una visibilidad adecuada en las horas vespertinas y nocturnas de forma que el tráfico rodado y de peatones se desenvuelvan con seguridad.



El procedimiento correcto de diseño debe contemplar las siguientes etapas:

- ✓ **Datos geométricos del espacio público a iluminar:** se deben determinar algunos como:
 - ✦ Altura de los puntos de luz.
 - ✦ Separación entre las unidades luminosas.
 - ✦ Longitud del brazo de separación de la luminaria con respecto de la acera.
- ✓ **Requisitos de iluminación:** entre ellos los más importantes serán:
 - ✦ Nivel de iluminación media en la calzada (E_m).
 - ✦ Tipo de coeficiente de utilización con relación al tipo de luminaria previsto, el factor de uniformidad de iluminación.
- ✓ **Fuentes Luminosas:** Para escogerlas se deben tener en cuenta:
 - ✦ Potencia nominal que condiciona la magnitud del flujo emitido por la lámpara así como las proporciones de la instalación desde el punto de vista eléctrico como la sección de los conductores o los tipos de protección necesarios.
 - ✦ Rendimiento Cromático que condiciona una mayor o menor apreciación de los colores con respecto a la luz natural.
 - ✦ Temperatura de color que condiciona la tonalidad de la luz emitida por la fuente luminosa. Se dice que una lámpara proporciona luz "cálida" o "fría" si prevalecen las radiaciones luminosas de **color rojizo** o **azulado**.
 - ✦ Tamaño y fijación que va a condicionar tanto la instalación en los espacios a iluminar como los brazos y báculos a utilizar.
- ✓ **Cálculo:** para realizar el cálculo de alumbrado exterior se utilizan dos métodos:
 - ✦ **Método de flujo total** o de coeficiente de utilización que resulta más sencillo y rápido para determinar el valor de la iluminación media global.
 - ✦ Utilización de curvas isolux que permiten el cálculo punto por punto de la iluminación de la calzada y por lo tanto, permite localizar donde la iluminación alcanza valores máximos y mínimos deduciendo de esta forma el grado de uniformidad. Como los datos que se manejan son demasiados estos cálculos se realizan a través de programas de ordenador.



Para saber más

En el enlace siguiente puedes descargar un catálogo de iluminación exterior:

[Catálogo de iluminación exterior de la empresa Osram](#)

5.1.- Cumplimiento de reglamentación.

Hay que reconocer que la **reglamentación** suele ser un poco aburrida, pero debes conocerla y saber en cada caso cuál es la que debes aplicar.

Debes revisar el **Real Decreto 1890/2008**, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el **Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07**.

Debes aplicar este reglamento a las instalaciones de más de **1 kW** de potencia instalada, incluidas en las instrucciones técnicas complementarias **ITC-BT** del **Reglamento electrotécnico para baja tensión**, aprobado por **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, es decir:

- ✓ Las de **alumbrado exterior**, a las que se refiere la **ITC-BT 09**.
- ✓ Las de **alumbrado de fuentes**, objeto de la **ITC-BT 31**.
- ✓ Las de **alumbraos festivos y navideños**, contempladas en la **ITC-BT 34**.

En lo que respecta a tipos de alumbrado el reglamento se aplicará a:

- ✓ Las nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones.
- ✓ Las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando, mediante un estudio de eficiencia energética, la **Administración Pública** competente lo considere necesario.
- ✓ Las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del **50% de la potencia o luminarias instaladas**.

Se excluyen de la aplicación de este reglamento las instalaciones y equipos de: uso exclusivo en minas, usos militares, regulación de tráfico, balizas, faros, señales marítimas, aeropuertos, otras instalaciones y equipos que estuvieran sujetos a reglamentación específica.

Requisitos mínimos de eficiencia energética.

En eficiencia energética se distinguen dos tipos de alumbrado:

- ✓ **Alumbrado vial funcional**: que ilumina los viales de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas. Siendo los valores mínimos los siguientes:

Alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio Em(lux)	Eficiencia energética mínima
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

- ✓ **Alumbrado vial ambiental**: que ilumina áreas urbanas, vías peatonales, comercios, aceras, centros históricos, y parques y jardines, vías de velocidad limitada, entre otros, siendo:

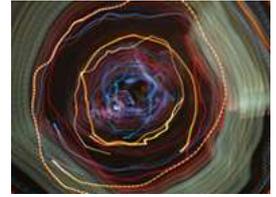
Alumbrado vial ambiental

Iluminancia media en servicio Em(lux)	Eficiencia energética mínima
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Para saber más

En este enlace podemos acceder al texto del Real Decreto 1890/030 del 14 de noviembre en donde se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones complementarias EA-01 a EA-07.

[Consulta del texto del Real Decreto 1890/2008 del REEIAE.](#)



5.2.- Cálculo de luminarias.

De forma parecida a como se determina el número de luminarias necesarias en una **instalación de interior** puede hacerse lo mismo para una de **exterior**.

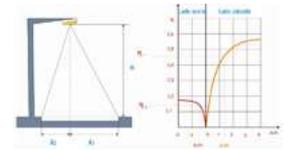
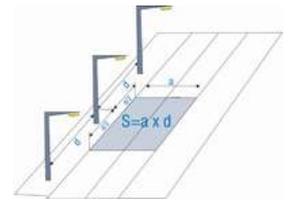
Para el cálculo de luminarias en vías de circulación utilizaremos el **Método del Flujo Total**:

Lo primero que necesitamos determinar es la distancia de separación entre las luminarias que garantice un nivel de iluminación E_m medio determinado, para lo cual tenemos que conocer:

- ✓ Ancho de la calzada (a).
- ✓ Altura de los puntos de luz (h).
- ✓ Flujo luminoso de la lámpara.
- ✓ Disposición de los puntos de luz.

$\Phi_L = \frac{E_m \times S}{\eta \cdot f_m \cdot C_d}$ a partir de esta fórmula despejamos la distancia $d = \frac{\eta \cdot f_m \cdot C_d}{E_m \cdot a \cdot \Phi_L}$ de separación entre luminarias.

Calculamos el **factor de iluminación**(η). $\eta = \frac{\Phi_u}{\Phi_L}$



Nivel de Iluminación media

Tipo	Nivel Iluminación Media (Em) (Lux)
Autopistas, autovías y carreteras con intenso tráfico	20-35
Vías urbanasy plazas importantes	10-20
Vías y paseos residenciales	5-15
Polideportivos	100-500

Factor de mantenimiento

Vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0,75	0,80
Media	0,68	0,70
Sucia	0,65	0,68

Citas para pensar

El genio comienza las obras grandes, pero sólo el trabajo las termina.

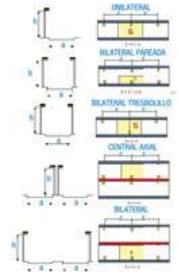
Joubert

5.3.- Distribución de luminarias.

¿Te has fijado alguna vez que algunas calles tienen todas sus luminarias colocadas en uno de los laterales mientras que otras poseen luminarias en ambos laterales? Pues si te fijas podrás observar que existen diversos tipos de distribución posibles.

Todo sistema de alumbrado se orienta siempre a distribuir la luz dentro del campo visual manteniendo diferentes estrategias, siendo las más comunes las siguientes:

- ✓ **Disposición Unilateral:** en la que los puntos de luz se disponen en uno de los laterales de la calzada. Se debe utilizar cuando el ancho de la vía es igual o inferior a la altura del báculo.
- ✓ **Disposición Pareada:** en la que los puntos de luz se disponen uno opuesto al otro. Se debe utilizar cuando la anchura de la calzada es mayor de 1,5 la altura de la luminaria.
- ✓ **Disposición Bilateral Tresbolillo:** en la que se disponen los puntos de luz en Zig-zag y se debe utilizar cuando la anchura de la calzada está comprendida entre 1 y 1,5 la altura de la luminaria. En las vías que tengan mediana o separación entre las dos bandas de circulación podrán colocarse postes o báculos de brazo doble cuando la anchura esté comprendida entre 1 y 3 metros.
- ✓ **Disposición Axial Central:** en la que las luminarias se sitúan en el centro de la calzada. Este tipo de distribución se utiliza en las calzadas donde existe una isleta central y la anchura de esta es igual o inferior a la altura de la luminaria.
- ✓ **Disposición Bilateral:** en la que las luminarias se disponen en cada lateral de la calzada. Se utiliza esta distribución en calzadas dobles, que disponen de dos sentidos de circulación, cuando el ancho de la calzada es superior a 3 metros y la anchura de una de las calzadas es superior a 1,5 la altura de la luminaria.



Citas para pensar

Daría todo lo que sé, por la mitad de lo que ignoro.

René Descartes

6.- Sistemas de control y regulación de la iluminación.

Caso práctico

Juan es el electricista que está colocando las cajas de registro universal en las paredes del local para empezar a distribuir los interruptores y necesita ubicar los encendidos de los circuitos de iluminación de las lámparas. Estrella le está observando y le indica que será necesario dejar espacio para los **sistemas de control y regulación de iluminación** que se van a instalar.



Los sistemas de control y regulación de la iluminación permiten cambiar la cantidad y la calidad de la luz emitida por las luminarias existentes en una sala.

Los tipos de control más usuales son:

- ✓ **Dimerización:** modificando el porcentaje de luz emitida por la fuente luminosa desde el 0% al 100%.
- ✓ **Regulación por grupos de luminarias.**
- ✓ **Regulación mediante escenas.**
- ✓ **Cambios del color de la luz.**

Las configuraciones utilizadas para el control pueden ser:

- ✓ **Controladores independientes:** que gestionan un número de luminarias limitado.
- ✓ **Bus de datos:** a través del que se comunican los diversos controladores.



Para saber más

En los siguientes enlaces encontrarás varios documentos interesantes sobre control de iluminación.

[Regulación y control para una iluminación eficiente](#)

[Documento de Philips sobre Sistemas de Control en Iluminación "Eficiencia Energética"](#), (1.40 MB)

En el enlace siguiente puedes encontrar en YouTube un video explicativo del funcionamiento del sistema de control de iluminación doméstico Home Works de Lutron.

<https://www.youtube.com/embed/57KJUS6RgAQ>

[Resumen textual alternativo](#)

Autoevaluación

¿La disposición pareada se utiliza cuándo?

- La altura anchura de la calzada es menor de 1,5 la altura de la luminaria.
- La anchura de la calzada es mayor de 1,5 veces la altura de la luminaria.
- La altura anchura de la calzada es menor de 0,5 la altura de la luminaria.
- La altura anchura de la calzada es mayor de 0,5 la altura de la luminaria.

No es correcta, debes revisar los conceptos estudiados.

Efectivamente, veo que has estudiado.

Incorrecta, esta no es la condición que debe cumplirse.

No es la respuesta correcta.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

6.1.- Sensores y reguladores.

Caso práctico

Estrella le enseña a Juan los **sensores** para el encendido automático y los **reguladores de luminosidad** que se van a instalar para controlar las lámparas en función de la **luz natural**.



Todos los circuitos de iluminación deben contar al menos con un dispositivo de encendido y apagado manual, cuando no dispongan de otro sistema de control. No se puede encender las luminarias desde el cuadro eléctrico como único sistema de control.

En las zonas de uso esporádico dispondrán de control de sistema encendido/apagado por detección de presencia o sistema temporizado.

Los **sensores** son dispositivos mecánicos, químicos, eléctricos o electrónicos que detectan una variable o la cuantifican. Los sensores utilizados en iluminación se clasifican en:

- ✓ **Sensores crepusculares:** que detectan el nivel de luz ambiental existente.
- ✓ **Sensores de infrarrojos:** detectan la radiación electromagnética infrarroja que desprenden los cuerpos en función de su temperatura.
- ✓ **Sensores de ultrasonidos:** detectan ecos de ultrasonidos producidos por el propio sensor.
- ✓ **Sensores por microondas:** este sistema emite y recibe las señales de microondas que son reflejadas por las superficies de los cuerpos que se encuentran en su trayectoria.
- ✓ **Detección mixta:** sistema que combina varios de los sensores indicados anteriormente.

Los **reguladores** son dispositivos que se utilizan para controlar el flujo luminoso en las lámparas de descarga e incandescentes no estándar, alimentadas a tensiones diferentes de la red. Se pueden destacar por su importancia:

- ✓ **Balastos Regulables Electrónicos:** que controlan la potencia de la lámpara fluorescente mediante la modulación de la frecuencia de 20 a 100 kHz y pueden ser de varios tipos como los **Analógicos**, los **DSI**, o los **DALI**.
- ✓ **Sistemas de Regulación de Fase:** son dispositivos electrónicos que cortan la onda sinusoidal de corriente alterna en un punto que se puede ajustar, de modo que modula la potencia de la corriente que alimenta a la lámpara.

Los **temporizadores** son dispositivos que permiten regular el tiempo que un circuito permanece encendido o apagado, pudiendo ser de varios tipos:

- ✓ **Retardo a la conexión:** Accionan los contactos transcurrido el tiempo programado desde que reciben alimentación.
- ✓ **Retardo a la desconexión:** Accionan los contactos cuando reciben la alimentación y los mantienen accionados hasta que transcurre el tiempo programado desde que se les retira la alimentación.
- ✓ **Programables:** Pueden programarse con distintas secuencias de accionamiento y desaccionamiento, incluyendo los dos tipos anteriores.



Para saber más

En el siguiente enlace encontraras una página de Schneider relacionada con la gestión de la iluminación.

[Gestión de la iluminación.](#)

Acceso a un artículo donde se resumen las características del sistema DALI de Direccionamiento digital de lámparas y balastos electrónicos.

[Resumen de las características del sistema DALI de control y regulación de luminaria.](#)

Autoevaluación

La eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado exterior está regulada por un reglamento.

- Falso.
- Verdadero.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Correcto, veo que estás comprendiendo los contenidos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

6.2.- Aprovechamiento de la luz natural.

Las zonas próximas a las ventanas reciben mayor cantidad de luz procedente del exterior, por lo que en estas zonas se puede reducir la cantidad de luz suministrada por las lámparas sin que se vea afectado el confort de los usuarios.

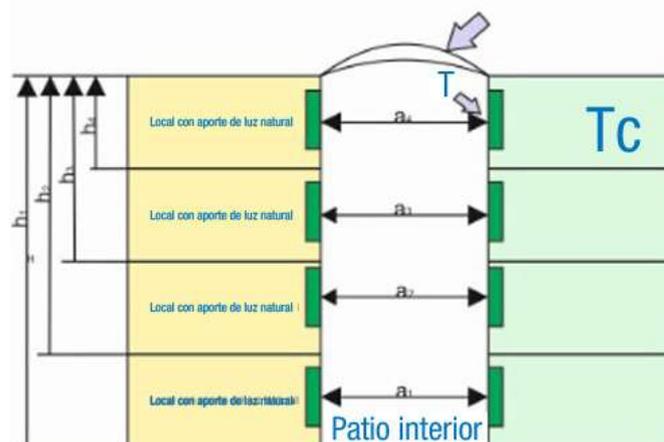
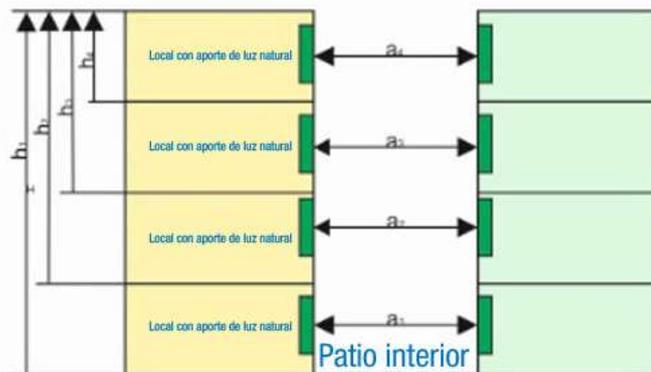
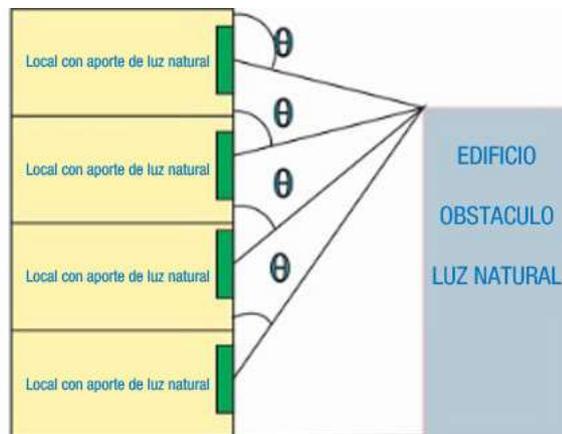
Se denomina **Sistema de Aprovechamiento de Luz Natural** al conjunto de dispositivos destinados a regular de forma automática y en función del flujo luminoso aportado por la luz natural, el flujo luminoso de una instalación de iluminación, para mantener constante el nivel de iluminación deseado en el punto en el que se instala el sensor de luz.

Existen dos tipos fundamentales de regulación:

- ✓ **Regulación todo/nada:** con la que la iluminación se enciende o se apaga cuando el nivel de iluminación está por debajo o por encima de prefijado.
- ✓ **Regulación progresiva:** en la que se ajusta la tensión o frecuencia de alimentación de la lámpara de forma progresiva según el aporte de la luz natural hasta conseguir el nivel de iluminación prefijado.

Se instalarán sistemas de **aprovechamiento de la luz natural** que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión $T(A_w / A) > 0,11$ junto con alguna de las condiciones siguientes:

- ✓ Zonas con cerramientos acristalados al exterior donde el ángulo θ sea superior a 65 grados ($\theta > 65^\circ$).
- ✓ Zonas con cerramientos acristalados dando a patios o atrios descubiertos que tengan una anchura superior a dos veces la distancia entre el suelo de la planta de la zona en estudio y la cubierta del edificio: $a_i > 2 h_i$.
- ✓ Zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios cubiertos por acristalamientos donde la anchura del atrio en esa zona sea superior a $2/T_c$ veces la distancia H_i ($a_i > 2 \cdot h_i / T_c$).



Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar una guía técnica para aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios y un documento técnico sobre equipos auxiliares de regulación y control.

[Guía Técnica para aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios.](#) (PDF - 10,8 MB)

[Equipos auxiliares de regulación y control](#) (0,29 MB)

6.3.- Cumplimiento de reglamentación.

Caso práctico

Rosa le pregunta a Estrella si es obligatorio instalar **sistemas de aprovechamiento de la luz natural** en su **peluquería**. Estrella le muestra el apartado del **CTE** que regula este tipo de sistemas. ¿Tú qué opinas al respecto?

El **Código Técnico de la Edificación** en su **Documento Básico DB-H3** exige que los edificios dispongan de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y eficaces energéticamente.

Esta sección es **aplicable** a las instalaciones de iluminación interior en:

- ✓ Edificios de nueva construcción.
- ✓ Intervenciones en edificios existentes con:
 - ✦ Renovación o ampliación de una parte de la instalación.
 - ✦ Cambio de uso característico del edificio.
 - ✦ Cambios de actividad en una zona del edificio.



En el caso de intervenciones en edificios existentes, se considerarán los siguientes criterios de aplicación:

- ✓ Se aplicará esta sección a las instalaciones de iluminación interior de todo el edificio, en los siguientes casos:
 - ✦ Intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a **1000 m²**, donde se renueve más del **25%** de la superficie iluminada.
 - ✦ Cambios de uso característico.
- ✓ Cuando se renueve o amplíe una parte de la instalación, se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad.
- ✓ Cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrá de estos sistemas.
- ✓ En cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) límite respecto al de la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona.

Quedan excluidos:

- ✓ Las instalaciones interiores de viviendas.
- ✓ Las instalaciones de alumbrado de emergencia.
- ✓ Los edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, en la medida en que el cumplimiento de determinadas exigencias básicas de eficiencia energética pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, siendo la autoridad que dicta la protección oficial quien determine los elementos inalterables.
- ✓ Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- ✓ Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².
- ✓ Edificios industriales, de la defensa y agrícolas, o parte de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.

Condiciones particulares:

Las instalaciones de iluminación deben disponer, en cada sector a iluminar, de sistemas de regulación y control que tienen que reunir las siguientes condiciones:

- ✓ Todos los sectores deben disponer de un sistema de encendido y apagado manual cuando no dispongan de otro sistema de control.
- ✓ No se pueden localizar en los cuadros eléctricos los únicos sistemas de control de encendido y apagado de la instalación de iluminación.

Las áreas que tengan un **uso esporádico** deben disponer de un sistema de control de encendido y apagado que opere con un sistema de detección de presencia o un sistema de temporización.

Autoevaluación

¿En un salón de 100 m² de un ático desde el cual se observa toda la ciudad. ¿Dónde debo colocar el sensor de luminosidad?

- No es obligatorio su colocación.
- A 3 metros de la ventana.
- A 5 metros de la ventana.
- En la propia ventana.

Efectivamente es correcta ya que se trata de una vivienda.

Incorrecta, no es obligatoria para una vivienda.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

No es correcto, no sería el lugar adecuado.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

6.4.- Código técnico de la edificación.

¿Sabías que el **CTE** regula la mayor parte de las características que deben cumplir tanto los edificios como sus instalaciones desde el momento en que se inicia su construcción hasta que pasan a ser habitados?

El **Código Técnico de la Edificación (CTE)** es un conjunto de normas que regulan los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad en las construcciones de las edificaciones en España que fue aprobado por el Real Decreto 314/2006. La última modificación vigente del código se publicó en el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre.

Siendo de obligado cumplimiento en los edificios de nueva construcción. En caso de obras de ampliación o modificación, reforma o rehabilitación que se realicen sobre edificios existentes. La obligatoriedad depende de la naturaleza de la intervención.

El código técnico aglutina la mayoría de las normativas de edificación que existían en España. Se compone de un conjunto de normativas divididas en **Documentos Básicos**.

Documentos básicos de **seguridad**:

- ✓ **DB-SE** (Documento Básico de Seguridad Estructural): Se compone a su vez de 5 normativas:
 - **DB-SE AE** (Acciones en la Edificación): Recoge las fuerzas externas que deben de soportar las estructuras, principalmente el peso. Sustituye a la NBE-AE 88.
 - **DB-SE C** (Cimientos).
 - **DB-SE A** (Acero): Sustituye a la NBE-EA 95. Está basada en el Eurocódigo.
 - **DB-SE F** (Fábrica): Para estructuras de fábrica de ladrillo o bloque.
 - **DB-SE M** (Madera).
- ✓ **DB-SI** (Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio): Sustituye a la NBE-CPI.
- ✓ **DB-SUA** (Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad) dentro del que puede destacarse el:
 - **SU 4** - Seguridad frente al riesgo derivado de iluminación inadecuada: se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

Documentos básicos de **habitabilidad**:

- ✓ **DB-HS** (Documento Básico de Salubridad).
- ✓ **DB-HR** (Documento Básico de protección frente al Ruido).
- ✓ **DB-HE** (Documento Básico de ahorro de Energía): La normativa requiere la introducción de sistemas de energía solar y la utilización de materiales y técnicas de construcción que contribuyan al ahorro energético centrado en:
 - **DB-HE0** - Limitación del consumo energético.
 - **DB-HE1** - Condiciones para el control de la demanda energética.
 - **DB-HE2** - Condiciones de las instalaciones térmicas.
 - **DB-HE3** - Condiciones de las instalaciones de iluminación.
 - **DB-HE4** - Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.
 - **DB-HE5** - Generación mínima de energía eléctrica.



Para saber más

En el siguiente enlace podrás descargar un documento sobre una Guía Técnica de cambios del CTE 2019 del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España:

[Guía Técnica de cambios del CTE 2019](#)

Autoevaluación

¿Cuál es el **A_w** (área total de las superficies interiores del local) de un local de forma rectangular que tiene un ventanal de 5 metros de largo y 3 de alto que ocupa la totalidad de la fachada, siendo la superficie del local de 125 metros cuadrados?

- 415 m².
- 150 m².
- 250 m².
- 15 m².

Efectivamente es correcta.

Incorrecta, debes revisar los cálculos.

No es la respuesta correcta, deberías revisar los apartados anteriores.

No es correcto, te falta sumar todas las superficies de las paredes iluminadas, techos y suelos.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

7.- Mantenimiento y conservación.

Supongo que en alguna ocasión te has dado cuenta de que la **iluminancia** de alguna zona exterior no es suficiente, aunque pueden existir diversas causas, generalmente es la falta de **mantenimiento** la que provoca la reducción de la cantidad de luz que emiten las luminarias.



El **mantenimiento** abarca cualquier actividad necesaria para que una unidad funcional permanezca en funcionamiento, pudiendo ser de varios tipos:

- ✓ **Correctivo**: que consiste en solucionar los problemas de los equipos cuando fallan, reparando o sustituyendo los elementos o equipos estropeados.
- ✓ **Preventivo**: que consiste en revisar de forma periódica los equipos y reemplazar ciertos componentes en función de estimaciones antes de que dejen de funcionar.
 - ✦ **Sistemático**: se sustituyen elementos según una periodicidad establecida.
 - ✦ **Condiciona l o Predictivo**: se sustituyen elementos en función de la observación de síntomas que indican que el fallo puede estar próximo.

Las principales operaciones de conservación en instalaciones de alumbrado son:

- ✓ Limpieza de luminarias.
- ✓ Reposición de elementos integrantes de las luminarias.
- ✓ Sustitución de lámparas.
- ✓ Comprobación de variables eléctricas.



Reflexiona

Cuando cambias una lámpara fundida estas realizando mantenimiento correctivo. Si realizaras el cambio cada 1.000 horas de uso estas realizando mantenimiento preventivo sistemático mientras que si la cambias cuando detectas que está a punto de fundirse estas realizando mantenimiento predictivo.

Para saber más

En el siguiente enlace encontraras un interesante artículo sobre la repercusión del mantenimiento en la iluminación.

[Mantenimiento de los sistemas de iluminación](#), (0,54 MB)

Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes sensores no se utiliza para detectar presencia de personas?

- Crepuscular.
- Infrarrojos.
- Ultrasonidos.
- Microondas.

Efectivamente es correcta ya que se trata de un sensor que detecta nivel de iluminación.

Incorrecta, este tipo detecta presencia.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

No es correcto, debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

7.1.- Influencia del mantenimiento en el rendimiento.

Caso práctico

Rosa le indica a Juan el instalador que el tubo fluorescente que tiene en el almacén alumbra mucho menos que cuando se instaló. Juan lo mira y dice: ¡Este tubo necesita ser cambiado por uno nuevo!



Las condiciones de conservación y mantenimiento de la instalación de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado y de echo inciden en la fórmula de cálculo con el factor de mantenimiento o de conservación (**fm**).

Los elementos que influyen en la obtención de un nivel medio de iluminación sobre el plano de trabajo, sufren en el tiempo un determinado grado de depreciación. Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie o efectos de la temperatura.

Por otro lado, las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia y las paredes se ensucian, oscureciendo así el color original y disminuyendo su poder reflectante. De todos estos factores algunos son controlados por los sistemas de mantenimiento y otros no lo son.

Entre los factores que no podemos controlar podemos citar la temperatura ambiente, la variación de tensión eléctrica de alimentación, el mantenimiento del balasto y la deformación de la superficie de la luminaria.

Entre los valores controlables podemos citar:

- ✓ El deterioro de la superficie del local por ensuciamiento.
- ✓ La depreciación del flujo luminoso de la lámpara.
- ✓ El ensuciamiento de la lámpara.
- ✓ La pérdida de color de las paredes.

La estimación de todos estos valores se debe hacerse teniendo en cuenta los factores relativos a la instalación, Tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en el local, tipo de lámpara, numero de limpiezas a realizar en el local frecuencia en la sustitución o reparación de las lámparas defectuosas.

El valor a utilizar en el mantenimiento suele estar comprendido entre el 50% y el 80%.

CTE DB HE3

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación. El plan de mantenimiento incluido en el Libro del Edificio, contemplará las operaciones y periodicidad necesarias para el mantenimiento, en el transcurso del tiempo, de los parámetros de diseño y prestaciones de las instalaciones de iluminación.

Así mismo, en el Libro del Edificio se documentará todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas a lo largo de la vida útil del edificio.

Citas para pensar

Hay que estudiar mucho para saber poco.

Montesquieu

Autoevaluación

¿La iluminación de emergencia de un local está sometida a la reglamentación de eficiencia energética?

- Verdadero.
- Falso.

Incorrecto, debes revisar los apartados anteriores.

Correcto, este tipo de iluminación está exento de cumplirla.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

8.- Seguridad en las instalaciones de iluminación.

Caso práctico

Carlos tiene la sana costumbre de planificar detalladamente de todas las acciones a realizar durante cualquier visita a una instalación, determina los posibles riesgos asociados y en función de estos riesgos elige cuidadosamente los elementos de protección más adecuados para llevarlos.



Es importante que antes de realizar ningún tipo de actividad primero examines los riesgos que pueden existir para luego tomar las medidas de seguridad oportunas para evitar los posibles efectos de dichos riesgos.



Riesgos asociados:

- ✓ Caída de objetos.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Caídas a distinto nivel.
- ✓ Incendios y explosiones.
- ✓ Inhalación de vapores y gases.
- ✓ Contactos eléctricos directos e indirectos.
- ✓ Quemaduras por efecto de la electricidad.
- ✓ Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.

Elementos de protección individual (**EPI**):

- ✓ Casco.
- ✓ Guantes de protección y de aislamiento.
- ✓ Pantallas protectoras.
- ✓ Calzado antideslizante y aislante.

Elementos de protección colectiva:

- ✓ Extintores.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar varios documentos relacionados con los riesgos en el trabajo.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo en la que se adopta la norma [EN 12.464](#) y ha sido elaborada en virtud de lo dispuesto en el art. 5 del [RD 39/1997](#), de 17 de enero y en la disposición final primera del [RD 486/1997](#), de 14 de abril, que desarrollan la [Ley 31/1995](#), de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

[Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo.](#)

[Guía Técnica sobre riesgos eléctricos.](#)

[Documentos sobre riesgos eléctricos.](#)

Anexo.- Licencias de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	
	<p>Autoría: lindsey gee . Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/lindseygee/5989072657/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Benito Lourido sc Licencia: Uso educativo p Procedencia: Montaje sot</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1- Autor: Latinstock FpaD. Procedencia: ✓ 2- Autor: Latinstock FpaD. Procedencia: ✓ 3- Autor: Latinstock FpaD. Procedencia:
	<p>Autoría: haribote. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/haribote/4678831400/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Horst Frank. Licencia: Dominio público Procedencia: http://es.wikipedia.org/wik</p>
	<p>Autoría: Jen SFO-BCN . Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jenniferwoodardmaderazo/3672754265/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Leandro's World Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot72157603998352299/</p>
	<p>Autoría: Almusaiti. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/almusaiti/3887493531/sizes/s/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Jumanji Solar. Licencia: CC BY-NC-SA 2 Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: Monster. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/monster/217642253/sizes/s/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Jumanji Solar. Licencia: CC BY-NC-SA 2 Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: Hector Milla. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/hectormilla/1406522828/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo p Procedencia: Latinstock.</p>
	<p>Autoría: Gunnar Ries. Licencia: CC BY-SA 2.5. Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:K%C3%B6hlbrandh%C3%B6ft-1000201.JPG</p>		<p>Autoría: Alexandre Mache Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: Jean-François Chénier. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jfchenier/4522614751/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo p Procedencia: Latinstock.</p>
	<p>Autoría: gustavo.kunst . Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/gustavokunst/2829841978/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: mamajo . Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.</p>		<p>Autoría: natmorris . Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: jeanbaptisteparis . Licencia: CC BY-SA 2.0.</p>		<p>Autoría: Wilfredo R. Rodri Licencia: Dominio público</p>

	<p>Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jeanbaptisteparis/367917658/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Procedencia: http://es.wikipedia.org/wik</p>
	<p>Autoría: rubenvike. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/vike/5028902815/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: carlinhos75. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: mauren veras . Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/mauren/3010120099/sizes/t/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Official U.S. Navy Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/phot</p>
	<p>Autoría: Benito Lourido. Licencia: Uso Educativo no comercial. Procedencia: Elaboración propia.</p>		<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo p Procedencia: Latinstock.</p>
	<p>Autoría: Jumanji Solar. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jumanjisolar/5364662680/sizes/s/in/photostream/</p>		