



Instalaciones de ILUMINACIÓN INTERIOR según CTE HE 3

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

enero 2007

0. contenido

1. normativa vigente
2. diseño y dimensionado
3. ejemplo de dimensionado
4. referencias bibliográficas

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 2

1. normativa vigente

CTE HE 3

Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

RD 314/2006 del Ministerio de Vivienda (BOE 28/3/06)

Exigencia Básica

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

1. normativa vigente

UNE-EN 12464-1: 2003. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

Norma UNE EN 12193: Iluminación. Alumbrado de instalaciones deportivas

CTE SU-4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Recomendaciones de diseño:

UNE 72112 Tareas visuales. Clasificación

UNE 72163 Niveles de iluminación. Asignación de Tareas

Publicaciones CIE. Comisión Internacional del Alumbrado

1.1. ámbito de aplicación

- Edificios de nueva construcción
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación

Exclusiones:

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m²
- Interiores de viviendas
- Alumbrados de emergencia

1.2. procedimiento de verificación

Para su aplicación debe seguirse la secuencia de verificaciones:

- ☒ cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1 del CTE HE-3
- ☒ comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2 del CTE HE-3
- ☒ verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5 del CTE HE-3

2. diseño y dimensionado

Calidad de la radiación luminosa

Ra índice de rendimiento de color de las lámparas

Calidad de la distribución luminosa

UGR índice de deslumbramiento unificado

Cuantificación de las luminarias

F_m factor de mantenimiento

K índice del local y número de puntos a calcular

E_m iluminancia media horizontal mantenida en proyecto

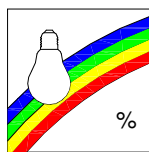
Rendimiento energético

P potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar

VEEI valor de eficiencia energética de la instalación

Sistema de control y regulación de cada zona

2.1. índice de rendimiento de color **Ra**



Ra (IRC) en %

Ra ≥ 80 para trabajos continuados

fidelidad de reproducción



Ra 100%



Ra 0%

Ejemplo:

6.2. Edificios educativos (UNE-EN 12464-1:2003)			
actividad	Em	UGR	Ra
aulas	300	19	80
escaleras	150	25	80
...			

Ra zonas comunes de viviendas – %

Ra aparcamientos (públicos) 20 %

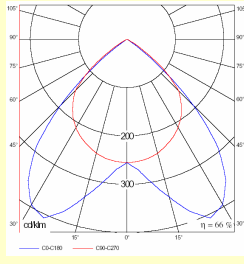
2.2.2 índice de deslumbramiento unificado UGR

Ejemplo de datos



Luminaria
mod. XX

Diagrama fotométrico



Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30		70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30		50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20		20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	15.5	16.5	15.8	16.7	17.0	15.6	16.6	15.8	16.8	17.0	
	3H	15.4	16.3	15.7	16.5	16.8	15.4	16.4	15.7	16.6	16.8	
	4H	15.3	16.1	15.6	16.4	16.7	15.4	16.2	15.7	16.5	16.8	
	6H	15.2	16.0	15.5	16.3	16.6	15.3	16.1	15.6	16.4	16.7	
	8H	15.2	15.9	15.5	16.2	16.5	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	
	12H	15.1	15.9	15.5	16.2	16.5	15.2	15.9	15.6	16.2	16.6	
4H	2H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.7	15.4	16.2	15.7	16.5	16.8	
	3H	15.2	15.9	15.6	16.2	16.6	15.2	16.0	15.6	16.3	16.6	
	4H	15.1	15.8	15.5	16.1	16.5	15.2	15.8	15.5	16.1	16.5	
	6H	15.0	15.6	15.4	16.0	16.4	15.1	15.6	15.5	16.0	16.4	
	8H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.0	15.6	15.5	15.9	16.4	
	12H	15.0	15.4	15.4	15.8	16.3	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	
8H	4H	15.0	15.5	15.4	15.9	16.3	15.0	15.6	15.5	15.9	16.4	
	6H	14.9	15.3	15.4	15.8	16.2	15.0	15.4	15.4	15.8	16.3	
	8H	14.9	15.2	15.3	15.7	16.2	14.9	15.3	15.4	15.7	16.2	
	12H	14.8	15.2	15.3	15.6	16.1	14.9	15.2	15.4	15.7	16.2	

Valores en la UNE-EN 12464 (exigencia: máxima **16**; mínima **28**)

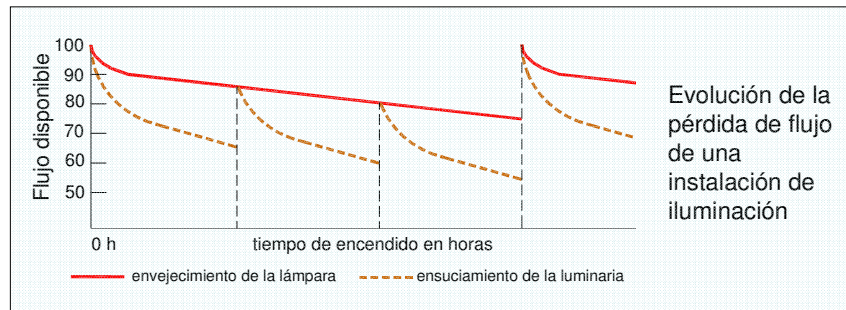
2.3. factor de mantenimiento F_m

Valores usuales: ambientes normales 0,8 y especialmente polvorientos 0,4

$$F_m = \frac{E_m}{E_{\text{inicial}}}$$

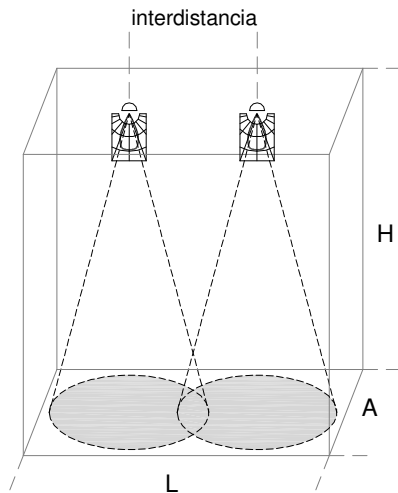
Se debe justificar con un **programa de mantenimiento**:

- Frecuencia de sustitución de las lámparas
- Frecuencia de limpieza de las luminarias



F_m zonas comunes de viviendas 0,8
 F_m aparcamientos 0,5

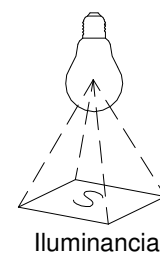
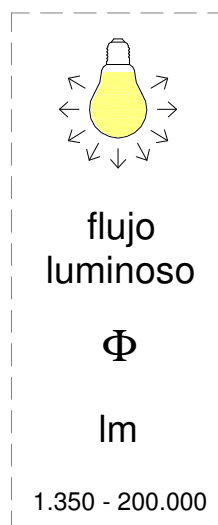
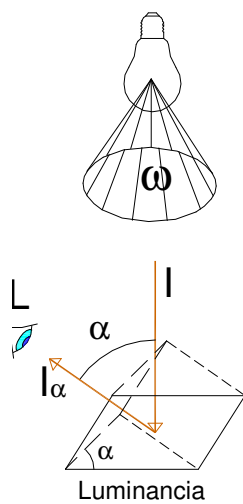
2.4. índice del local y nº de puntos a calcular



$$K = \frac{L \times A}{H \times (L + A)}$$

Índice del local	nº de puntos
$K < 1$	4
$1 \leq K < 2$	9
$2 \leq K < 3$	16
$3 \leq K$	25

2.5. iluminancia media horizontal mantenida E_m



$$E_m = \Phi / S$$

lux (lm/m^2)

50 - 5.000 lux

2.5. iluminancia media horizontal mantenida E_m

Evaluación orientativa de las exigencias visuales	E_m en lux
muy bajas: vestíbulos, pasillos, corredores, garajes ...	50 a 200
bajas: en gimnasios, archivos, aulas, bares, tiendas ...	200 a 500
medias: en oficinas, zonas de lectura, laboratorios ...	500 a 1.000
altas: quirófano, banco dental, grabado, pintura ...	1.000 a 5.000

Ejemplo:

6.2. Edificios educativos (UNE-EN 12464-1:2003)			
actividad	E_m	UGR	Ra
aulas	300	19	80
escaleras	150	25	80
...			

200 lux mínimo en áreas con ocupación continuada UNE-EN 12464

2.5. iluminancia media horizontal mantenida E_m

CTE SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación

zona		$E_{mín}$ lux
Exclusiva para personas	Escaleras	75
	Resto de zonas	50
Para vehículos o mixtas		50

El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo

$$\frac{E_{mín}}{E_m}$$

Valores en la **UNE-EN 12464**

E_m en zonas comunes de viviendas – lux

E_m en aparcamientos públicos 75 lux con rampas de acceso a 300 lux de día

2.5. iluminancia media horizontal mantenida E_m

Dimensionado por el método de las iluminancias medias

$$E_m = \frac{\Phi}{S} \quad E_m = \frac{\Phi \times UF \times F_m}{L \times A}$$

$$\Phi = \frac{E_m \times L \times A}{UF \times F_m}$$

Unidades:

Flujo en **lm**

Iluminancia en **lux** o **lm/m²**

Longitud y anchura en **m**

UF y F_m adimensionales

2.5.1. factor de utilización UF (utilancia)

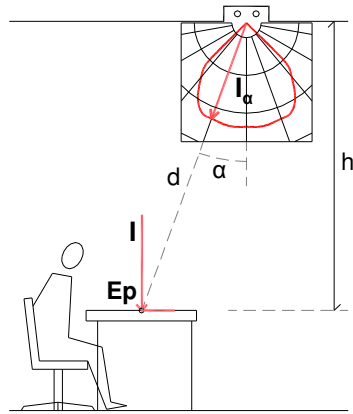
Representa la minoración de flujo luminoso que llega a la superficie por pérdidas de la luminaria y de la configuración física del local

K	Reflectancias de techo, paredes, suelo (%)					
	752	732	552	532	332	000
0,6	0,34	0,34	0,38	0,34	0,34	0,30
0,8	0,40	0,41	0,44	0,41	0,40	0,37
1	0,46	0,46	0,49	0,46	0,45	0,42
1,25	0,52	0,51	0,53	0,50	0,50	0,47
1,5	0,56	0,54	0,56	0,53	0,53	0,50
2	0,60	0,59	0,60	0,58	0,57	0,54
2,5	0,64	0,62	0,62	0,61	0,60	0,57
3	0,67	0,63	0,64	0,62	0,62	0,59
4	0,69	0,65	0,65	0,64	0,63	0,61
5	0,72	0,66	0,66	0,65	0,64	0,62

Ejemplo de tabla para un determinado modelo de luminaria fluorescente de 2x36 W

2.5.2. iluminancia puntual E_p

Dimensionado por el método de las iluminancia puntual

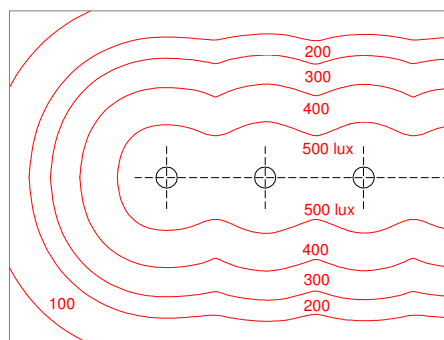


$$E_p = \frac{I}{d^2}$$

$$E_p = \frac{I_\alpha \times \cos^3 \alpha}{h^2}$$

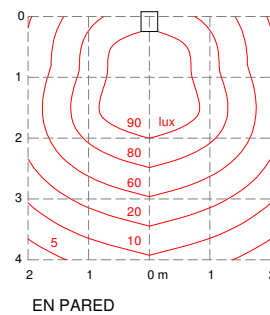
$$I_\alpha = \frac{E_p \times h^2}{\cos^3 \alpha}$$

2.5.3. diagramas isolux



EN PLANTA

luminaria



Uniformidad de la iluminancia $\frac{E_{\text{mín}}}{E_m}$

2.5.4. uniformidad de la iluminancia

E_m de la tarea a iluminar en lux	E_m mínima en áreas circundantes
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	= tarea

UNE EN 12464

Uniformidades en la iluminancia	
para la tarea a iluminar	en áreas circundantes
≥ 0,7	≥ 0,5

UNE EN 12464

CTE SU-4 factor de uniformidad media será del 40% como mínimo

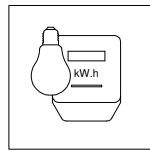
2.6. potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	VMAP	VSAP	halogenuros metálicos
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

Lámparas halógenas	
Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2 x 35	85
3 x 25	125
2 x 50	120

Tubos fluorescentes RD 838/2002			
Potencia lámpara en W		Potencia total con equipo en W	
50Hz	HF	5/9/07	6/9/07
18	16	28	26
36	32	45	43
58	50	70	67

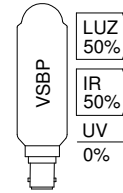
2.6.1. eficacia luminosa ε



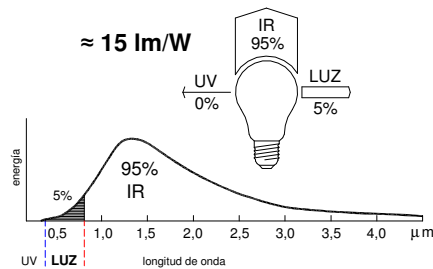
$$\varepsilon = \frac{\Phi}{P} \quad \text{lm/W} \quad (15 - 200)$$

consumo energético

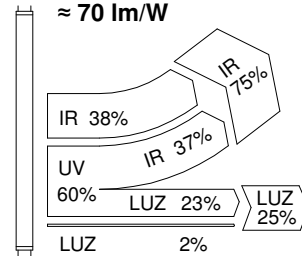
$\approx 200 \text{ lm/W}$



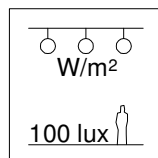
$\approx 15 \text{ lm/W}$



$\approx 70 \text{ lm/W}$

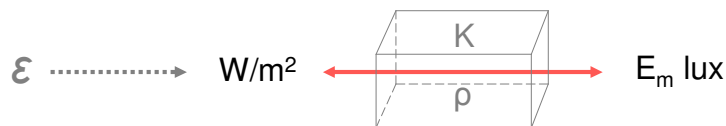


2.7. valor de eficiencia energética de la instalación



VEEI

Relación energía-iluminancia
W/m² para conseguir 100 lux



$$VEEI = \frac{P_T}{S} \times \frac{100}{E_m} \quad VEEI \leq 12$$

2.7. valor de eficiencia energética de la instalación

Grupo	Zona de actividad	VEEI (W/m ²) cada 100 lux
Zonas de no representación (asimilables no descritos 4,5)	andenes de estaciones de transporte	3,5
	aulas y laboratorios	4,0
	...	
	aparcamientos	5,0
Zonas de representación (asimilables no descritos 10)	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes de edificios residenciales	7,5
	tiendas y pequeño comercio	10
	...	
	habitaciones de hotel	12

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

2.8. sistema de control de cada zona

Control de encendido y apagado: manual por zona de uso normal; y temporizado o con detección de presencia en zonas de uso esporádico

Toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

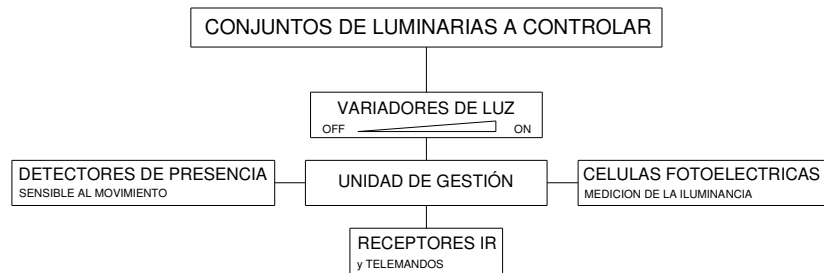
Zona de actividad diferenciada: espacio o local con un determinado uso y por tanto, con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo.

2.8. sistema de control de cada zona

Debe estar incluido en el Plan de Mantenimiento de la instalación



Gestión integral de una instalación de iluminación (no exigible en la HE3)



JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 35

2.9. sistema de regulación de cada zona

Regulación de encendido en la franja de 3 m junto a los huecos cuando ...

$$T \times \frac{A_w}{A} > 0,07$$

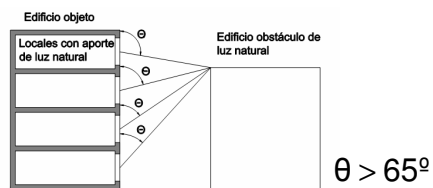


Figura 2.1

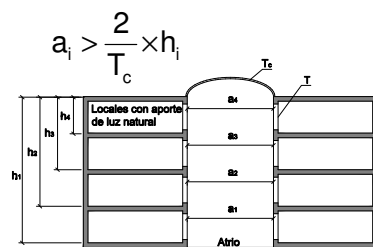


Figura 2.3

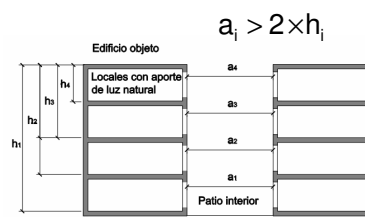
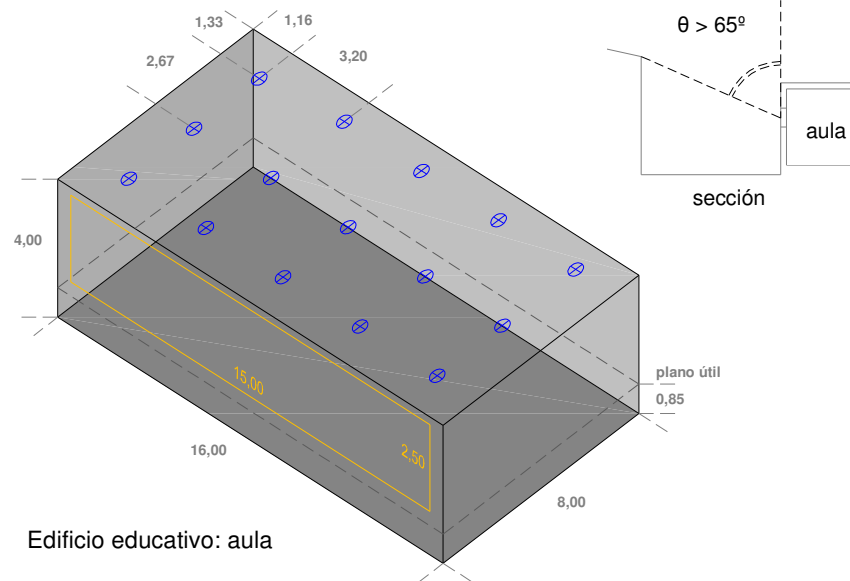


Figura 2.2

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 36

3. ejemplo de dimensionado



JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 37

3. ejemplo de dimensionado

1. Elección del tipo de lámpara. Φ , Ra, P (TC, ϵ)
2. Elección del modelo de luminaria. UGR
3. Determinación del nº de luminarias.
 - método del flujo (manual) Em, Fm, K, ρ , UF
 - método puntual Em, Fm, K, ρ , Factor de uniformidad

6.2. Edificios educativos (UNE EN 12464-1:2002)

actividad	Em	UGR	Ra
aulas	300	19	80
escaleras	150	25	80
...			

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 38

3.1. método de la iluminancia media E_m

OBTENCIÓN DE LA UTILANCIA DE LA INSTALACIÓN

dimensiones del local				índice del local	reflectancias			utilancia
L en m	A en m	H en m	S en m ²	K	techo %	pared %	suelo %	UF
16,00	8,00	3,15	128,00	1,7	70	50	20	0,56

$$K = \frac{L \times A}{H \times (L + A)}$$

$$\Phi = \frac{E_m \times L \times A}{UF \times F_m}$$

OBTENCIÓN DEL NÚMERO MÍNIMO DE LUMINARIAS

utilancia	factor de mantenimiento	iluminancia media en lux	flujo total necesario en lm	nº lámparas por luminaria	flujo de cada lámpara en lm	flujo de cada luminaria en lm	mínimo de luminarias s/φ	mínimo de luminarias s/K
UF	F _m	E _m	Φ _T	nl	Φ ₀	Φ _L	NL (φ)	NL (K)
0,56	0,80	300	85.714	2	3.350	6.700	13	9

3.1. método de la iluminancia media E_m

OBTENCIÓN DEL NÚMERO REAL DE LUMINARIAS

interdistancia L por diagrama	interdistancia A por diagrama	retícula mínima		número de luminarias provisional	ajuste real		número de luminarias definitivo	interdistancia real entre columnas	interdistancia real entre filas
en m	en m	column	filas	NLp	column	filas	NL	en m	en m
4,00	3,00	4	3	12	5	3	15	3,20	2,67

$$E_m = \frac{\Phi \times UF \times F_m}{L \times A}$$

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

RESULTADOS LUMÍNICOS

número de luminarias	flujo total en lm	iluminancia media resultante en lux
NL	Φ _T	E _m
15	100.500	351,8

RESULTADOS ENERGÉTICOS

potencia lámpara más equipo en W	nº de lámparas por luminaria	potencia de cada luminaria en W	potencia total de las luminarias en W	eficiencia energética en W/m ² /100lux
P ₀	nl	P _L	P _T	VEEI
45,0	2	90,0	1.350,0	3,0

3.2. método de iluminancia puntual E_p

Programa informático

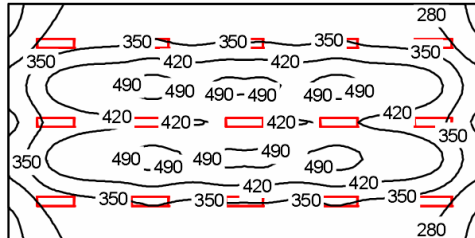


diagrama isolux

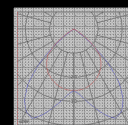
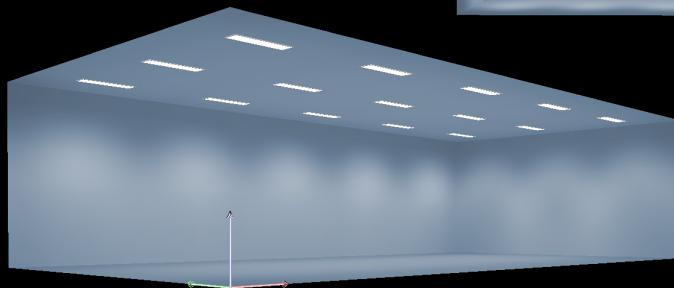
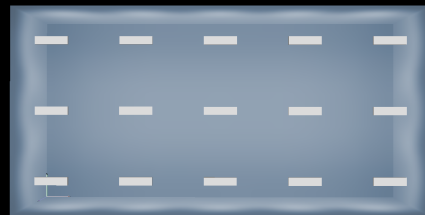
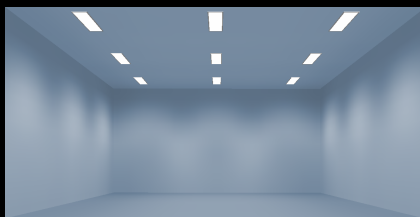
luminarias longitudinales

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	380	189	535	0.50
Suelo	20	357	203	456	0.57
Techo	70	73	37	85	0.50
Paredes (4)	50	146	43	268	/

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 41

3.2. método de iluminancia puntual E_p



Iluminación interior 42

3.2. método de iluminancia puntual E_p

Programa informático

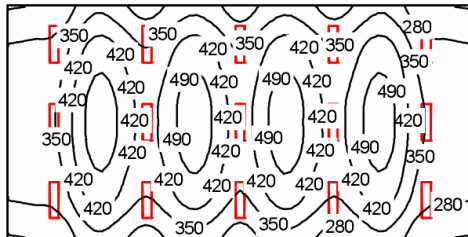


diagrama isolux

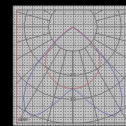
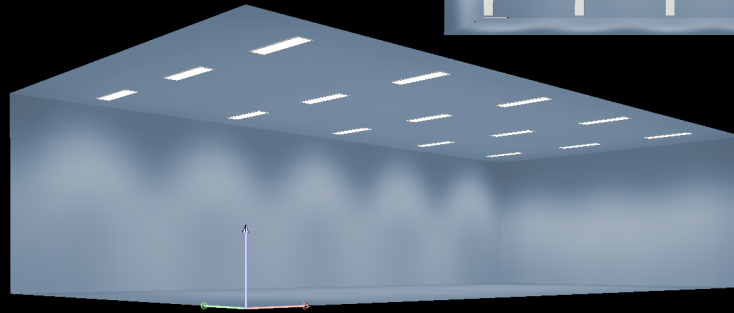
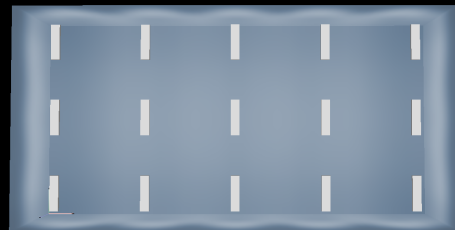
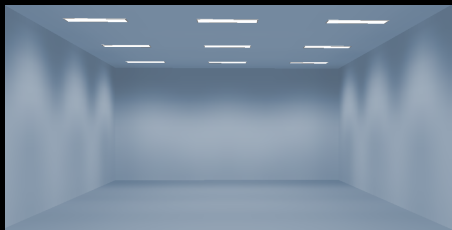
luminarias transversales

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	381	204	548	0.54
Suelo	20	359	209	490	0.58
Techo	70	72	47	82	0.65
Paredes (4)	50	144	48	249	/

JESÚS FEIJÓ MUÑOZ • Dr. Arquitecto

Iluminación interior 43

3.2. método de iluminancia puntual E_p



Iluminación interior 44

3.3. sistema de regulación del alumbrado

Exigible si se cumplen las dos condiciones:

$$\theta > 65^\circ$$

$$T \times \frac{A_w}{A} > 0,07$$

dimensiones del local en metros			superficies en m2		transmisión luminosa del vidrio	resultado
L	A	H	A	A _w	T	$T \times \frac{A_w}{A}$
longitud	anchura	altura	envolvente	solo vidrio		
16,00	8,00	4,00	448,00	37,50	0,85	0,071

4. referencias bibliográficas

Comité Español de Iluminación (ceisp.com) e Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (ida.e.es) "Cuadernos de Eficiencia Energética en Iluminación" (números 1 al 5). Madrid 1996 y "Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación". Madrid 2001

CIE 146-147: 2002 Colección sobre deslumbramiento molesto.

Feijó Muñoz, Jesús
**Instalaciones de Iluminación
en la Arquitectura**
Universidad de Valladolid y
Colegio Oficial de Arquitectos
en Valladolid, 1994
ISBN 84-7762-407-0

