Consell Comarcal de l'Alt Urgell

Ripollès Desenvolupament

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

CTE – HE3

Según BOE 12/9/2013

© Lluís Miret i Mas

Aquesta acció està subvencionada pel Servei Públic d'Ocupació de Catalunya en el marc del Programa de projectes innovadors i experimentals.

SOC Servei d'Ocupació de Catalunya

Generalitat de Catalunya

Objetivos de HE: Ahorro de energía

- Reducir a límites sostenibles la energía necesaria para la utilización de los edificios
- Que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable,
- como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Partes del DB HE

- Parte General
- Secciones
  - HE 1 Limitación de demanda energética
  - HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
  - HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
  - HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
  - HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

LIMITACIÓN DEL CONSUMO

FUENTES ENERGÍA RENOVABLES

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

- 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.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Ámbito de aplicación

- Instalaciones de iluminación interior en:
  - Edificios de nueva construcción;
  - Intervención en edificios existentes con
    - Superficie útil total final > 1000 m^2
    - Y donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
  - Renovación de instalaciones de iluminación (sólo parte renovada)
  - Cambios de actividad del edificio o de zonas del edificio.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Exclusiones del ámbito de aplicación de HE3

Justificar soluciones ahorro energía

- Edificios históricos con dictamen específico
- Construcciones provisionales con:
  - plazo previsto de utilización ≤ 2 años.
- Instalaciones industriales, defensa y edificios agrícolas no residenciales, en la parte destinada a su actividad específica
- Interiores de viviendas.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m^2.
- Alumbrados de emergencia

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Consell Comarcal de l'Alt Urgell

Ripollès Desenvolupament

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

VEEI
Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

© Lluís Miret i Mas

Aquesta acció està subvencionada pel Servei Públic d'Ocupació de Catalunya en el marc del Programa de projectes innovadors i experimentals.

SOC Servei d'Ocupació de Catalunya

Generalitat de Catalunya

Eficiencia energética de la Instalación

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

(ineficiencia)

- **VEEI** (W/m^2) Valor de ~~eficiencia~~ energética de la instalación por cada 100 lux
- **P** la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];
- **S** la superficie iluminada [m^2];
- **E_m** la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico (1)	3,5
aulas y laboratorios (2)	3,5
habitaciones de hospital (3)	4,0
recintos Interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes (4)	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos (5)	4,0
estaciones de transporte (6)	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

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
centros comerciales (excluidas tiendas)(7)	6,0
hostelería y restauración (8)	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 (9)	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2.5

© Lluís Miret i Mas

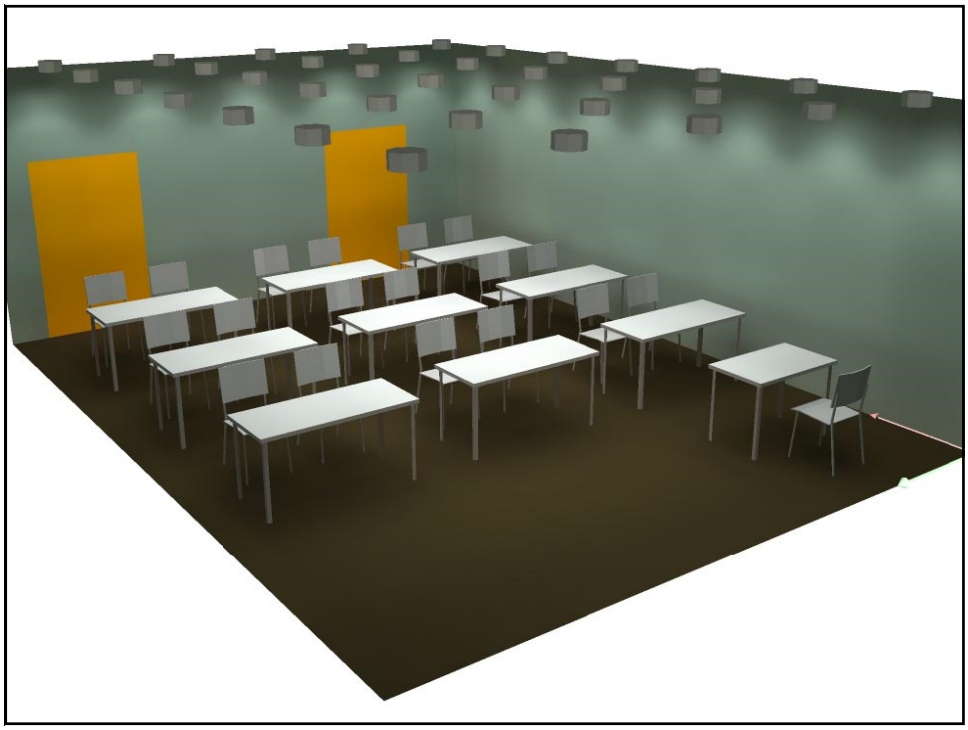
PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

La potencia máxima instalada incluye lámparas y equipos auxiliares

© Lluís Miret i Mas



Distintas soluciones

		Soluciones		
	Unidades	1	2	3
Superficie	m²	48	48	48
Luminarias		35	15	20
Tipo Lámpara		Ahorro ener.	Fluoresc.	Halógenos
Flujo una luminaria	lm	1.200	2.400	2.550
Flujo luminoso total	lm	42.000	36.000	51.000
Potencia total	W	630	480	2.400
Em	lx	379	400	395
Potencia específica	W/m²	13,13	10	50
VEEI	W/m²/100 lx	3,47	2,5	12,65
UGR1		18	--	21
UGR2		19	11	24
Emin	lx	481	542	500
Emax	lx	182	216	212
Emin / Em: 0.48		0,48	0,54	0,54
Emin / Emax: 0.38		0,38	0,4	0,42

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Análisis

		Soluciones
	Unidades	2
Superficie	m²	48
Luminarias		15
Tipo Lámpara		Fluoresc.
Flujo una luminaria	lm	2.400
Flujo luminoso total	lm	36.000
Potencia total	W	480
Em	lx	400

Superf. m²	48
E_m lx	400
Total lúmenes recibidos Φ_u	19.200
Flujo luminoso total emitido	36.000

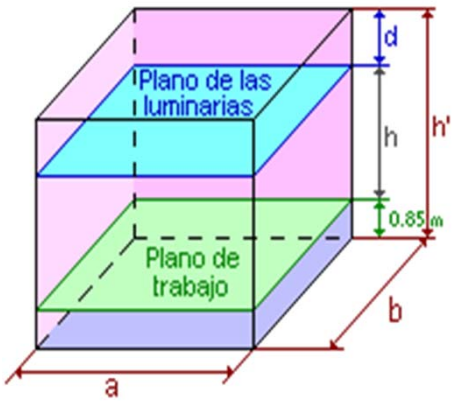
¿Dónde están los 26.800 lumen (47%) que faltan?

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Índice K del local:

Da una idea de la facilidad para iluminar el local



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

- a: anchura
- b: longitud
- h: altura desde la luminaria hasta el plano de trabajo

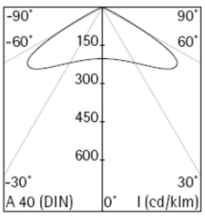
Alternativa recinto no rectangular

$$I_r=\frac{2\cdot Superficie\ iluminada}{Superficie\ paredes\ laterales\ luz}$$

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Índice K luminaria determinan la utilancia o factor de utilización.



η_R	ϱ_D	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,50	0,20	0,00
	ϱ_W	0,70	0,50	0,50	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,00
	ϱ_B	0,50	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
k										
0,60		0,63	0,43	0,42	0,31	0,31	0,41	0,31	0,30	0,26
1,00		0,87	0,63	0,61	0,51	0,50	0,59	0,49	0,49	0,44
1,25		0,99	0,73	0,70	0,62	0,61	0,68	0,60	0,59	0,55
1,50		1,06	0,79	0,76	0,69	0,67	0,74	0,66	0,65	0,61
2,00		1,17	0,88	0,83	0,79	0,76	0,81	0,75	0,73	0,70
2,50		1,23	0,93	0,89	0,86	0,82	0,86	0,81	0,79	0,76
3,00		1,29	0,98	0,92	0,91	0,87	0,90	0,86	0,84	0,81
4,00		1,34	1,02	0,96	0,96	0,91	0,94	0,90	0,88	0,85

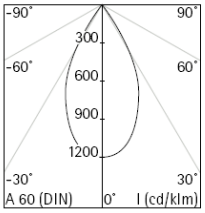
Lámpara A40
Según DIN 5040

- K= 1,25
- Reflectancias= 70,50,20
- Utilancia η_R=0,73

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

La utilización del índice K según la luminaria



η_R	ρ_D	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,50	0,20	0,00
	ρ_W	0,70	0,50	0,50	0,20	0,20	0,50	0,20	0,20	0,00
	ρ_B	0,50	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
k										
0,60		1,04	0,86	0,84	0,81	0,80	0,84	0,80	0,80	0,78
1,00		1,17	0,95	0,92	0,90	0,88	0,91	0,88	0,87	0,85
1,25		1,26	1,06	0,98	0,98	0,95	0,97	0,95	0,94	0,92
1,50		1,30	1,04	1,00	1,00	0,97	0,99	0,97	0,96	0,94
2,00		1,35	1,07	1,02	1,04	1,00	1,01	0,99	0,98	0,97
2,50		1,38	1,09	1,03	1,06	1,02	1,02	1,01	0,99	0,97
3,00		1,41	1,11	1,05	1,08	1,03	1,03	1,02	1,00	0,99
4,00		1,43	1,11	1,05	1,09	1,03	1,03	1,02	1,00	0,98

Lámpara A60
Según DIN 5040

- K= 1,25
- Reflectancias= 70,50,20
- η_R=1,06

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Número de puntos a verificar en cada zona: Según K

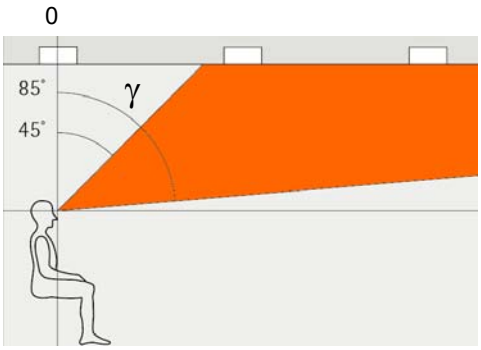
Valor de K	Número mínimo de puntos a considerar
K<1	4
2>K≥1	9
3>K≥2	16
K≥3	25

Terminología

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Zona de deslumbramiento

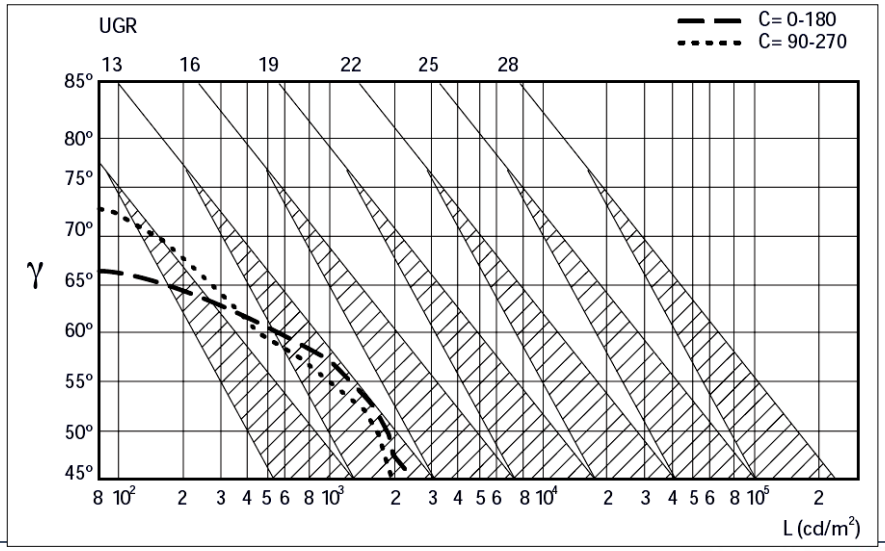


Para el deslumbramiento, el ángulo γ se mide desde la parte superior y va de 45º a 85º

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

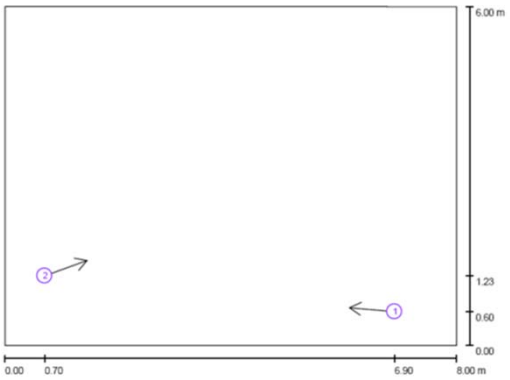
Determinación de UGR



© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Resultados de cálculo de UGR con Dialux



Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m] X	Y	Z	Dirección visual [°]	Valor
1	Punto de cálculo UGR 1	6.900	0.600	1.200	175.0	/
2	Punto de cálculo UGR 2	0.700	1.233	1.400	20.0	11

© Ll

Datos a consignar en la memoria, para cada zona

- Potencia total instalada en el edificio (conjuntos de iluminación). P_{TOT}
- Superficie total iluminada del edificio. S_{TOT}
- Potencia total instalada /Superficie iluminada para cada zona
- Índice del local (K) utilizado en el cálculo;
- Número de puntos considerados en el proyecto;
- Factor de mantenimiento (Fm) previsto;
- Iluminancia media horizontal mantenida (Em)
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR)
- Índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas;
- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo.
- Potencias de los conjuntos
- Eficiencia de las lámparas utilizadas (lm/W)
- Sistema de control y regulación

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

¿Qué valores son los correctos?

- Comentarios al HE (2017), en punto 4,1,2
  - Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo. INSHT http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf
  - UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo.
  - Norma UNE EN 12193: Iluminación. Alumbrado de instalaciones deportivas. http://www.renew-tech-consult.com/wp-content/uploads/2013/05/UNE-EN_12193.pdf

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

RD 486/1997: Matices sobre los niveles de iluminación

- Medición
  - A la altura en la que se realicen las tareas
  - Uso general: 85 cm del suelo
  - Vías de circulación: a nivel del suelo
- Doblar los mínimos
  - Cuando riesgo apreciable de accidentes
  - Tareas especiales: Riesgo o poco contraste

© Lluís Miret i Mas

Exigencia adicional: SUA 4. 1

- En cada zona de circulación se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una ***iluminancia*** **mínima**, medida a nivel del suelo de:
  - 20 lux en zonas exteriores
  - 100 lux en zonas interiores,
    - excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux.
- El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

© Lluís Miret i Mas

Consell Comarcal de l'Alt Urgell

Ripollès Desenvolupament

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Sistemas de control y regulación de alumbrado interior

© Lluis Miret i Mas

Aquesta acció està subvencionada pel Servei Públic d'Ocupació de Catalunya en el marc del Programa de projectes innovadors i experimentals.

SOC Servei d'Ocupació de Catalunya

Generalitat de Catalunya

Sistemas de control y regulación

- **Toda zona dispondrá** al menos de un sistema de encendido y apagado manual.
- Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.
- No se aceptan sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control.
- Zonas de uso esporádico
  - sistema de detección de presencia temporizado
  - o sistema de pulsador temporizado

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Control de alumbrado en CTE SUA-3

- En baños o aseos, excepto baños o aseos de viviendas:
  - Iluminación controlada desde el interior del recinto.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Sistema de control y regulación:

- Destinado a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación
  - bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia;
  - regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural
  - según presencia en la zona;
  - sistema centralizado de gestión.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Sistemas de control reconocidos en el HE-3

- Control todo/nada
- Regulación progresiva:
  - Regulación hasta conseguir el nivel de iluminación prefijado.

© Lluís Miret i Mas

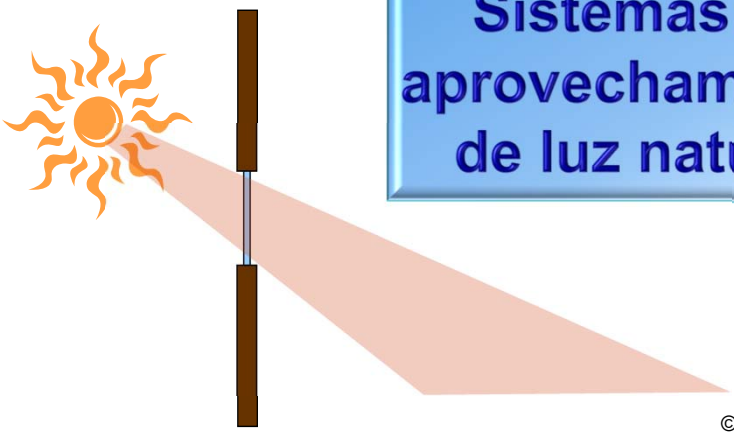
PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Consell Comarcal de l'Alt Urgell

Ripollès Desenvolupament

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Sistemas de aprovechamiento de luz natural



© Lluís Miret i Mas

Aquesta acció està subvencionada pel Servei Públic d'Ocupació de Catalunya en el marc del Programa de projectes innovadors i experimentals.

SOC Servei d'Ocupació de Catalunya

Generalitat de Catalunya

Exclusiones de la obligación de sistemas de aprovechamiento de luz natural

- Se excluyen de la obligación
  - zonas comunes en edificios residenciales.
  - habitaciones de hospital.
  - habitaciones de hoteles, hostales, etc.
  - tiendas y pequeño comercio.

© Lluís Miret i Mas

Sistemas de aprovechamiento de luz natural

- Qué hacen:
  - Regulan las luminarias proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural
- Qué resultado han de dar:
  - de tal forma que ambos flujos aporten un nivel de iluminación fijado en un punto, donde se encontraría el sensor de luz.

© Lluís Miret i Mas

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Sistemas de aprovechamiento de luz natural. Obligatoriedad.

- Se han de cumplir 2 condiciones (ambas) :
  - En función de parámetros del local
  - En función de condiciones del entorno exterior

© Lluís Miret i Mas

Condición 1a: Parámetros del local y luminarias afectadas

- Habitaciones de menos de 6 metros de profundidad:
  - Todas las luminarias.
- Habitaciones de más de 6 metros de profundidad:
  - En las dos primeras líneas paralelas de luminarias situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana
- Todas las situadas bajo un lucernario

© Lluís Miret i Mas

Condición 1b según parámetros del local

A_w Área de los cristales

$$T \cdot \frac{A_w}{A} > 0,11$$

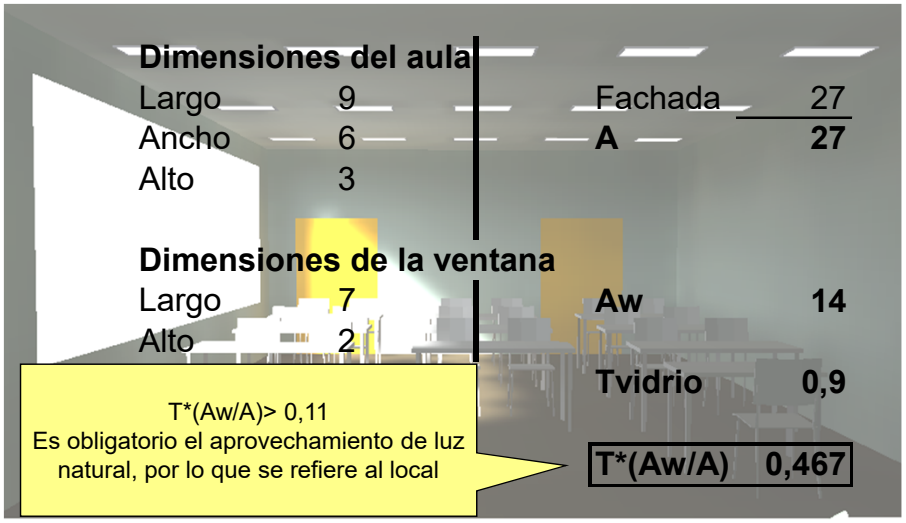
T Coeficiente de transmisión luminosa del vidrio en tanto por uno

A área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m^2].

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Luz natural. Ejemplo de aplicación



Dimensiones del aula			
Largo	9	Fachada	27
Ancho	6	**A**	**27**
Alto	3		
Dimensiones de la ventana			
Largo	7	**Aw**	**14**
Alto	2		
		Tvidrio	**0,9**
		T*(Aw/A)	**0,467**

T*(Aw/A)> 0,11
Es obligatorio el aprovechamiento de luz natural, por lo que se refiere al local

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

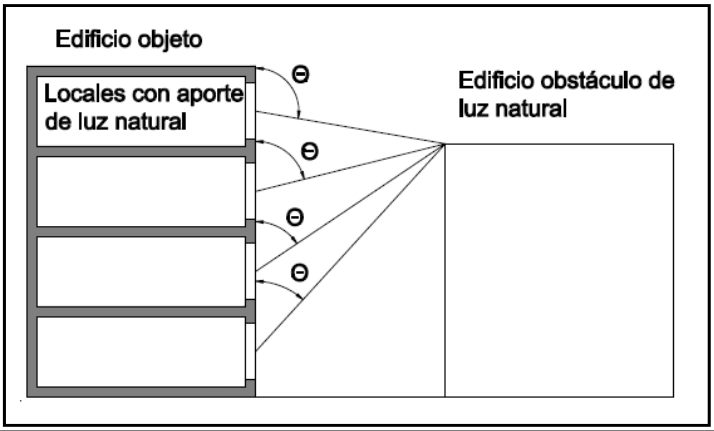
Condición 2: Según entorno exterior

- Caso de edificio obstáculo frente al acristalamiento
- Caso de patio no cubierto
- Caso de patio cubierto por acristalamientos

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Caso de edificio obstáculo frente al acristalamiento

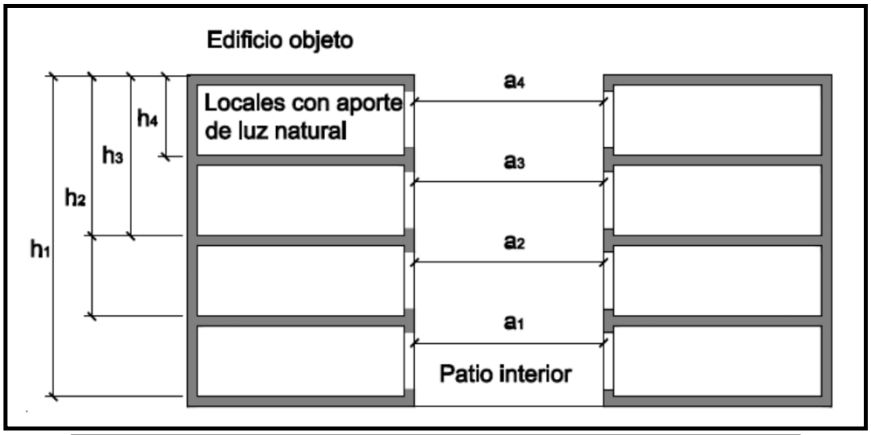


Obligatorio donde Θ>65º

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Caso de patio no cubierto

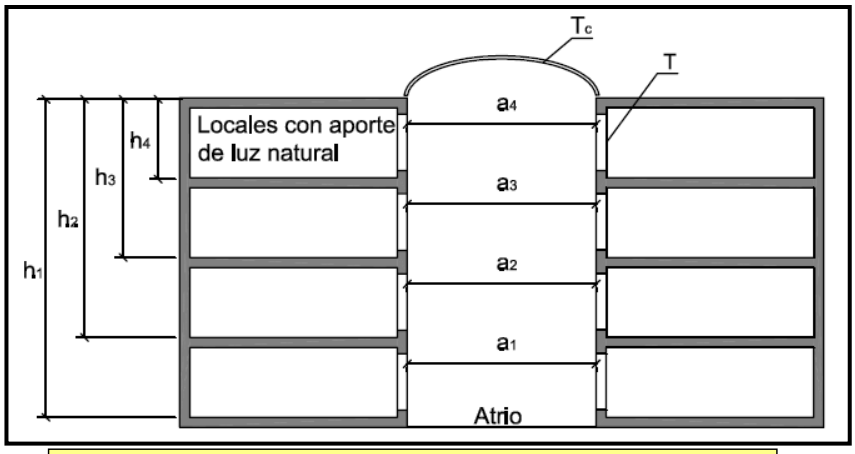


Obligatorio donde $a_i > 2 \cdot h_i$

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Caso de patio cubierto por acristalamientos



Obligatorio donde $a_i \cdot T_c > 2 \cdot h_i$

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Consell Comarcal de l'Alt Urgell

Ripollès Desenvolupament

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible

Plan de mantenimiento

© Lluís Miret i Mas

Aquesta acció està subvencionada pel Servei Públic d'Ocupació de Catalunya en el marc del Programa de projectes innovadors i experimentals.

SOC Servei d'Ocupació de Catalunya

Generalitat de Catalunya

Mantenimiento y conservación.

- Incluir en el proyecto plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación con:
  - operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento
  - limpieza de luminarias con la metodología prevista y periodicidad.
  - limpieza de la zona iluminada y periodicidad.
  - Mantenimiento de sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

© Lluís Miret i Mas

PIRINNOWA'TT Pirineu Sostenible