

XLVI Jornada DIFUTEC:
Eficiencia energética en los edificios:
normativa y aplicaciones energéticas
sostenibles.

EFICIENCIA ENERGETICA DE LOS SISTEMA DE CONTROL SOLAR



Francisco López Esteve
REGISTROS Y PERSIANAS SL
25 de Mayo de 2010



*Registros y
Persianas S.L.*

INDICE

- **Exigencias básicas de CTE y protección solar**
 - CTE-DB-HE1: Limitación de la demanda energética
 - CTE-DB-HE3: Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación
- **Sistemas de control solar**
 - Aislamiento térmico dinámico
 - Control de iluminación natural
 - Elementos de un sistema de control solar
- **Calificación energética**

INDICE

- **Exigencias básicas de CTE y protección solar**
 - CTE-DB-HE1: Limitación de la demanda energética
 - CTE-DB-HE3: Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación
- **Sistemas de control solar**
 - Aislamiento térmico dinámico
 - Control de iluminación natural
 - Elementos de un sistema de control solar
- **Calificación energética**

CTE – DB – HE



Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Los *edificios* dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la *demanda energética* necesaria para alcanzar el *bienestar térmico* en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los *puentes térmicos* para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

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.

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- **Ámbito de aplicación**

- edificios de nueva construcción;
- modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus *cerramientos*.

- **Procedimiento de verificación**

- Cálculo de la demanda energética por uno de los siguientes dos procedimientos: **opción simplificada** u **opción general**
- Control en ejecución y obra terminada

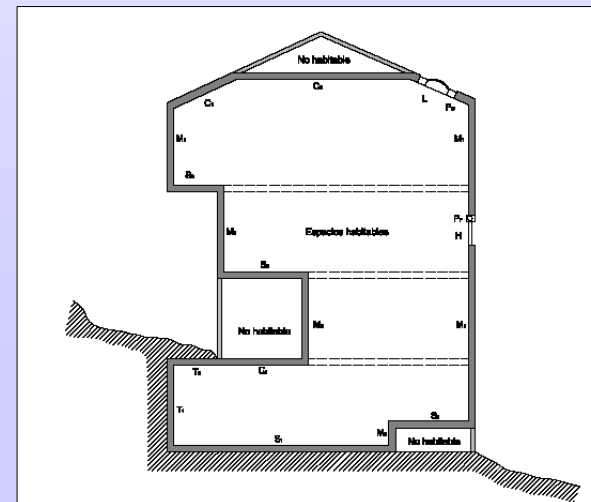
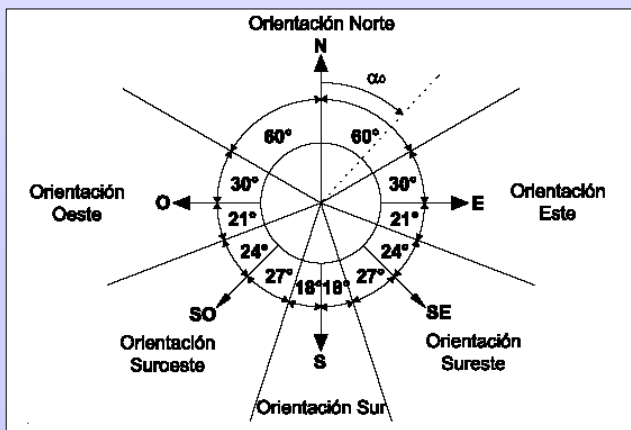
CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- **Calculo de la demanda energética**
- Depende de la ubicación, orientación y del uso del edificio (carga interna)
- Parámetros que definen la envolvente térmica
 - Factor solar modificado de huecos F_H y lucernarios F_L
 - Transmitancia térmica de huecos U_{PF} y lucernarios U_{PC}

Factor solar modificado = Factor solar / Factor sombra



CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



• Cálculo de la demanda energética – Opción simplificada

- Valores límite por fachada
- <60% huecos, y <5% lucernarios
- Zona climática y carga interna

$$F_{Lm} \leq F_{Lim}$$

$$F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$$

ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{slim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{clim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Lim}: 0,37$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,8 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,58	-	0,60
de 41 a 50	2,4 (2,8)	2,8 (3,0)	3,8 (3,8)	3,8 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,8)	3,5 (3,8)	-	-	-	0,42	-	0,46

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- **Cálculo de la demanda energética – Opción general**
- Comparación del **edificio objeto** con el de **referencia (LIDER)**
- Para cada hueco la **situación, forma y las dimensiones** de los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior al hueco, que **proyecten sombra** sobre el mismo
- Para las **persianas y cortinas exteriores** no se definirá su geometría sino que se incluirán **coeficientes correctores de los parámetros de caracterización del hueco**
- Valoración del efecto de **persianas y cortinas exteriores** a través de coeficientes correctores del **factor solar** y de la **transmitancia térmica del hueco**

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- Edición y definición del hueco

Propiedades del hueco | Salientes laterales y voladizos | Dispositivos basados en Lamas

Nombre:

Tipo de hueco

Definición de hueco:

Localización y Geometría

X: m

Y: m

Altura: m

Anchura: m

Retranqueo: m

Coefficiente de corrección por dispositivo de sombra estacional

	Invierno	Verano
Corrector del Factor Solar	1.00	1.00
Corrector de Transmitancia Térmica	1.00	1.00

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- Salientes laterales y voladizos

Propiedades del hueco Salientes laterales y voladizos Dispositivos basados en Lamas

Vista Frontal Vista Lateral

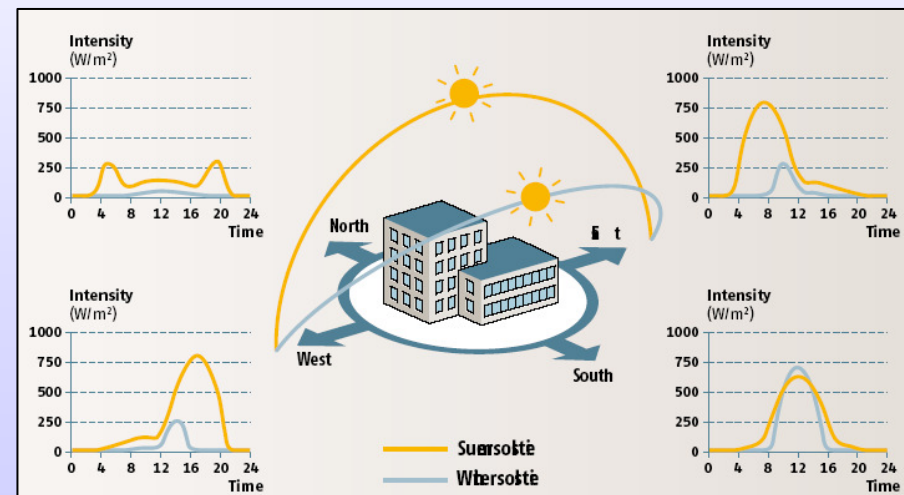
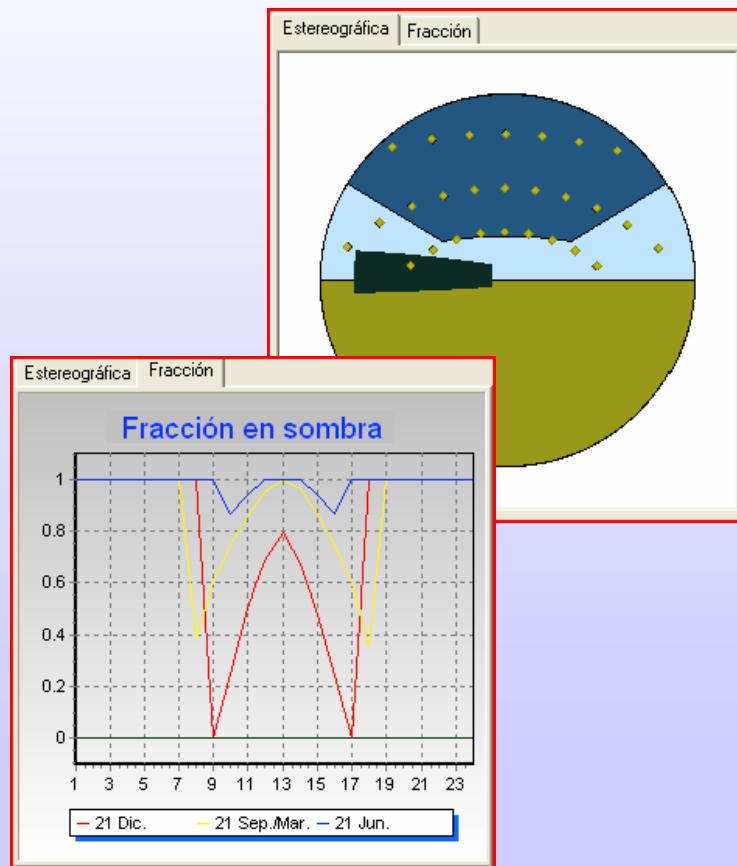
Saliente Lateral Izquierdo		Voladizo		Saliente Lateral Derecho	
Longitud LD:	0.00 m	Longitud OD:	0.00 m	Longitud RD:	0.00 m
Longitud LA:	0.00 m	Longitud OA:	0.00 m	Longitud RA:	0.00 m
Longitud LB:	0.00 m	Longitud OB:	0.00 m	Longitud RB:	0.00 m
Longitud LH:	0.00 m	Longitud OW:	0.00 m	Longitud RH:	0.00 m
		Ángulo:	0.00 grad.		

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- Análisis de sombras



CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- Lamas

Propiedades del hueco | Salientes laterales y voladizos | Dispositivos basados en Lamas

Tipo de lama

☐ Ninguno

☐ Horizontal

☒ Vertical

Geometría

Ancho (L) m

Distancia (D) m

Ángulo

Propiedades ópticas

Transmisividad

Reflectividad

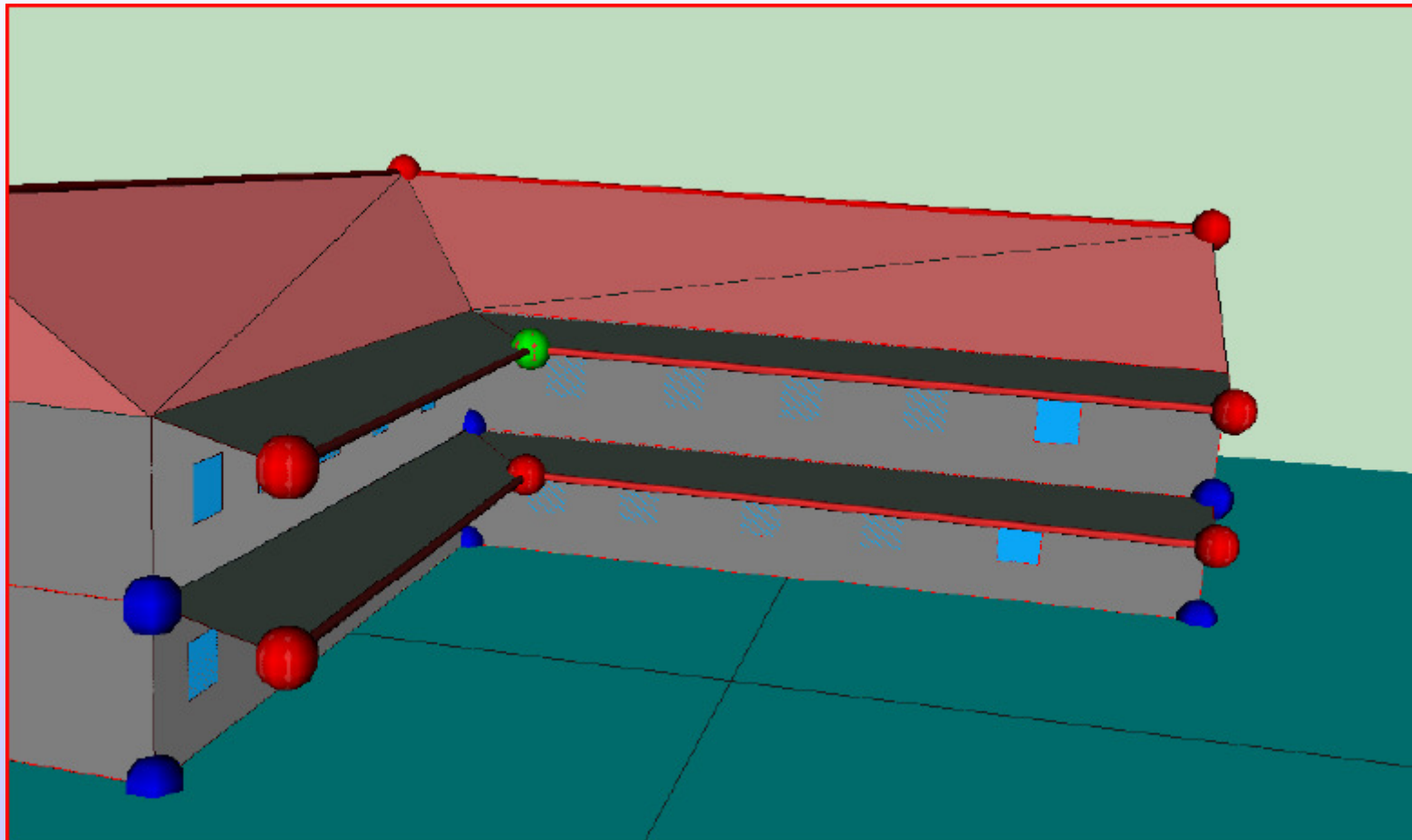
The diagram illustrates a series of vertical louvers. The distance between the centers of two adjacent louvers is labeled 'D'. The width of a single louver is labeled 'L'. The angle between the louver face and the vertical plane is labeled with the Greek letter β .

CTE – DB – HE1

Limitación de la demanda energética



- Elementos de sombra



CTE – DB – HE3

Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación



•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.

•Procedimiento de verificación

- Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI)
- Existencia de un sistema de control para el aprovechamiento de la luz natural
- Plan de mantenimiento

CTE – DB – HE3

Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación



- Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

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

Tabla 2.1.- Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	zonas comunes (1)	4,5
	aparcamientos	5
	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	espacios deportivos (5)	5
	andenede estaciones de transporte	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	zonas comunes (1)	10
	estaciones de transporte (6)	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	administrativo en general	6
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio y espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	hostelería y restauración (8)	10
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	tiendas y pequeño comercio	10
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	recintos interiores asimilables a Grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

CTE – DB – HE3

Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación



•Sistema de control y regulación

- a) regulación y control **bajo demanda del usuario**, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia;
- b) regulación de iluminación artificial **según aporte de luz natural** por ventanas, cristaleras, lucernarios o claraboyas;
- c) control del encendido y apagado según **presencia** en la zona;
- d) regulación y control por **sistema centralizado de gestión**.

•Sistema de aprovechamiento de la luz natural

- a) regulación **todo/nada**: la iluminación se enciende o se apaga por debajo o por encima de un nivel de iluminación prefijado;
- b) regulación **progresiva**: la iluminación se va ajustando progresivamente según el aporte de luz natural hasta conseguir el nivel de iluminación prefijado.

CTE – DB – HE3

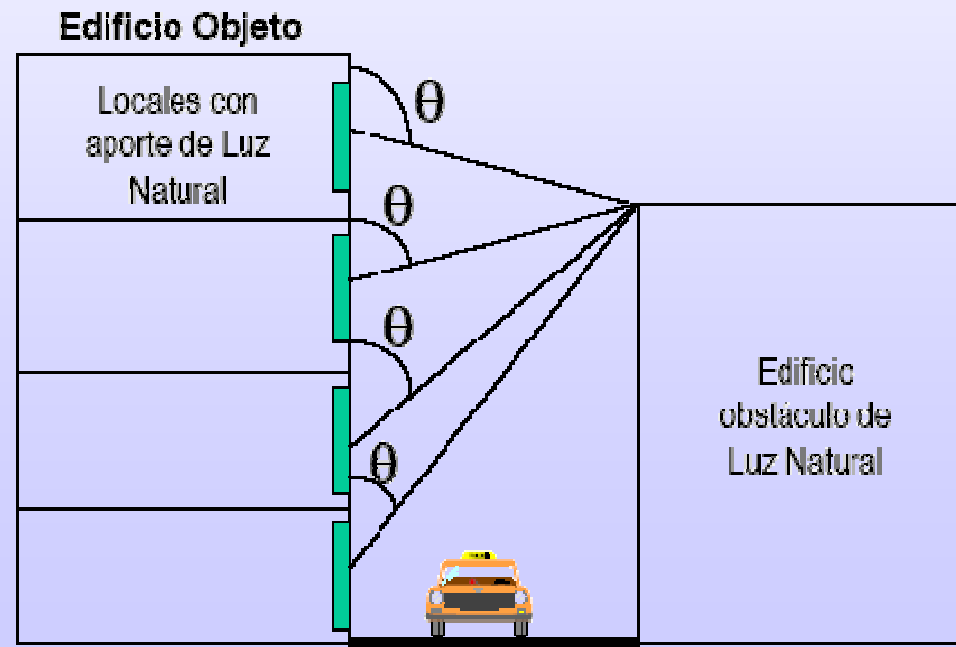
Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación



•Sistemas de control y regulación

En las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, y cumplan con las siguientes condiciones:

- $\theta > 65^\circ$
- $T (A_w/A) > 0.11$

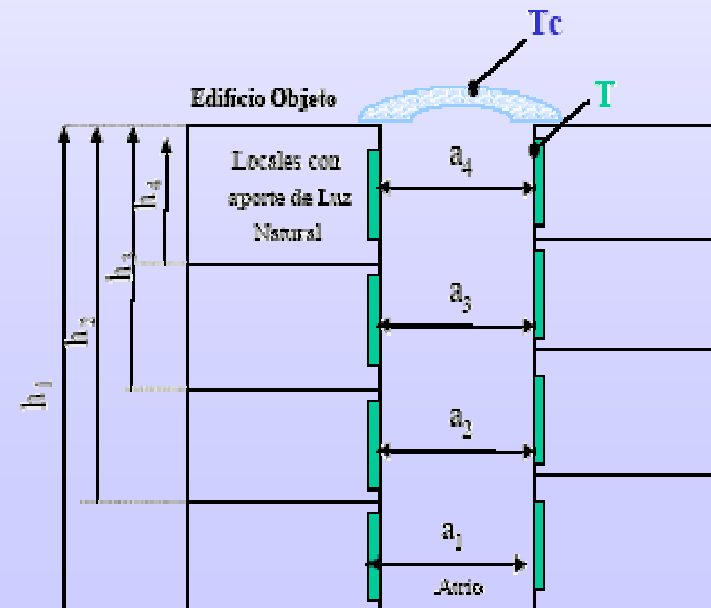
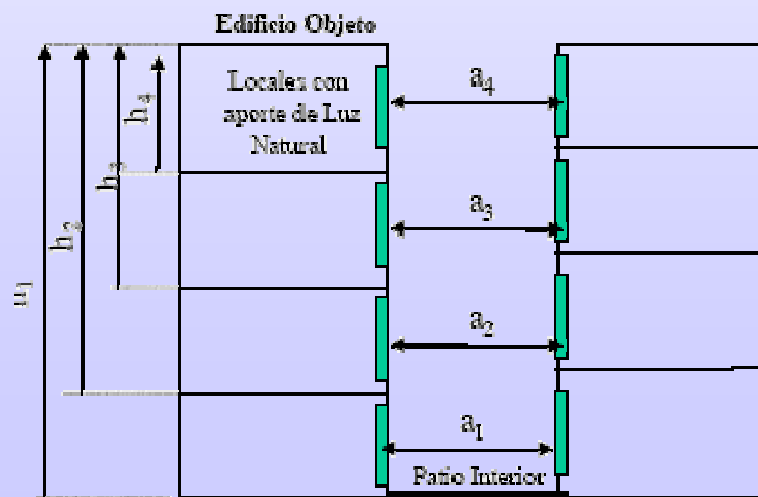


CTE – DB – HE3

Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación



- En todas las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados a **patios** o **atrios**, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
 - en el caso de patios no cubiertos cuando éstos tengan una anchura (a_i) superior a 2 veces la distancia (h_i)
 - en el caso de patios cubiertos por acristalamientos (atrios) cuando su anchura (a_i) sea superior a $2/T_c$ veces la distancia (h_i)



INDICE

- **Exigencias básicas de CTE y protección solar**
 - CTE-DB-HE1: Limitación de la demanda energética
 - CTE-DB-HE3: Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación
- **Sistemas de control solar**
 - Aislamiento térmico dinámico
 - Control de iluminación natural
 - Elementos de un sistema de control solar
- **Calificación energética**

Sistemas de control solar



- ¿Qué es un sistema de control solar?

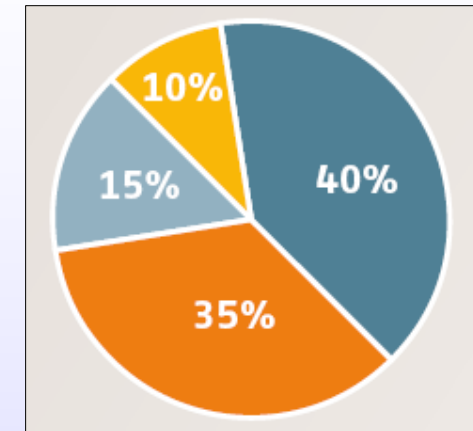


Sistemas de control solar



¿Qué función tienen?

- **Aislamiento térmico dinámico**
 - Regulan la radiación solar (infrarroja) que se introduce en los edificios a través de huecos y lucernarios variando el valor del **factor solar modificado** de huecos y lucernario (F_H y F_L)
- **Control luminosidad natural**
 - Adaptan la luminosidad del interior del edificio en función de las necesidades, aprovechando la luz natural variando la **coeficiente de transmisión** luminosa visible (T)



Consumo energético en un edificio

- Climatización (40%)
- Iluminación (35%)
- Equipos eléctricos (15%)
- A.C.S. (10%)

Fuente: UTC Power in «Energy Efficient Building Seminar» - May 2007 in Beijing, China

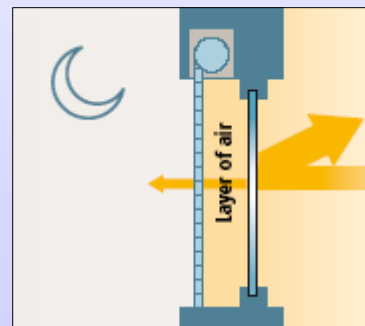
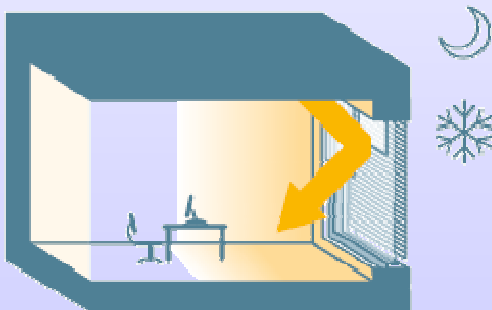
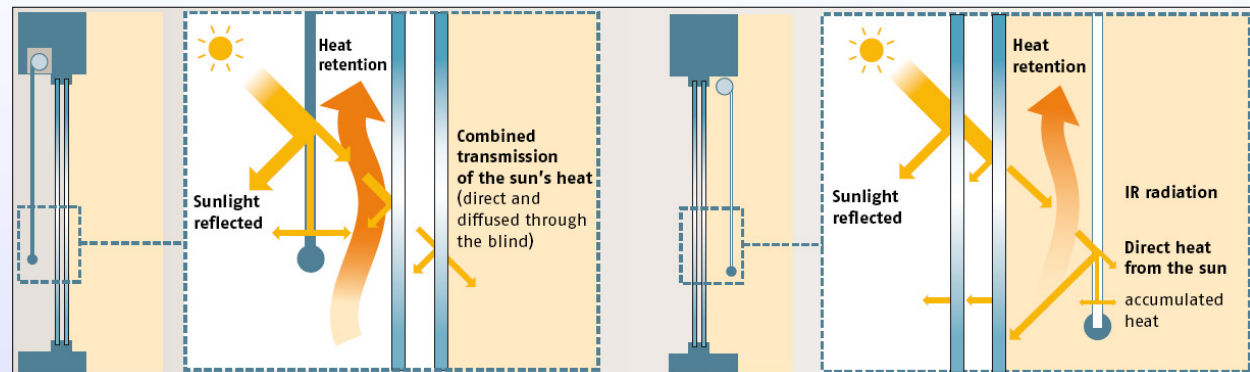
¿Cómo se consigue?

- **Sistemas automatizados y estrategias de control que regulan la posición de las persianas, toldos y cortinas de la fachada, en función de las condiciones del entorno**

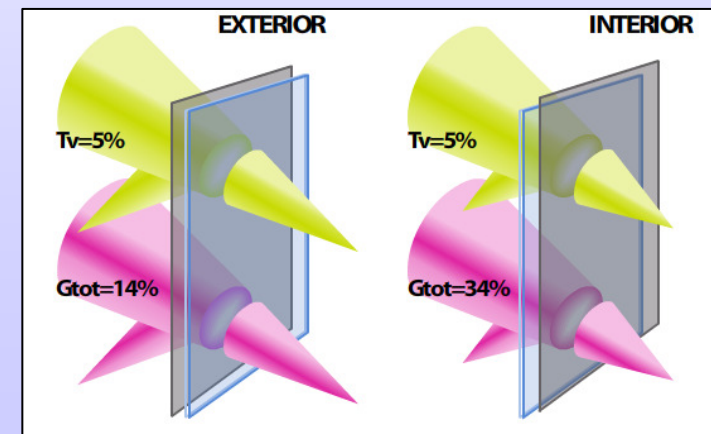
Sistemas de control solar



- Aislamiento térmico dinámico



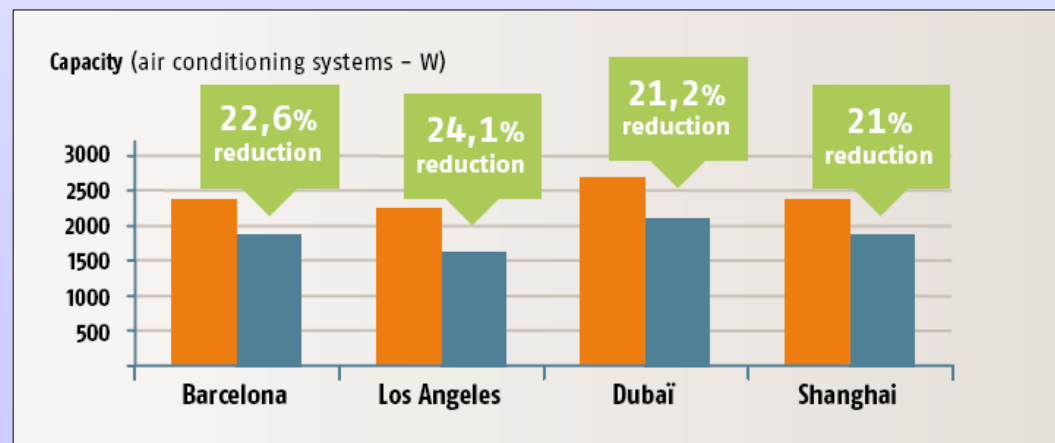
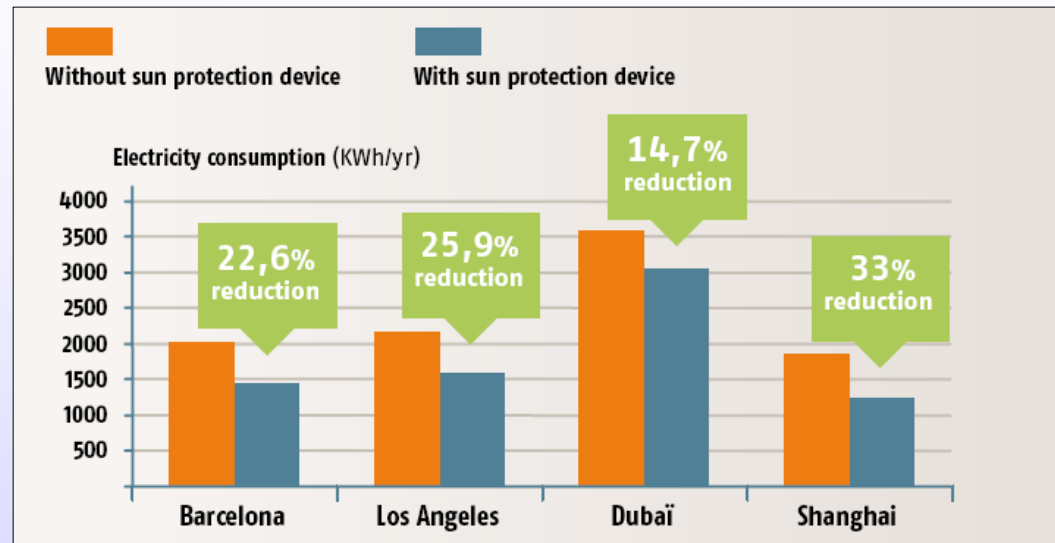
Las estrategias de control dependerán de la ubicación del edificio y de la climatología (ver animación)



Sistemas de control solar



•Aislamiento térmico dinámico



Simulación del consumo energético en una habitación de hotel con protecciones solares automatizadas

-39.5 m²

-6.2 m² doble acristalamiento ($U=2.88\text{W/m}^2\text{K}$, $g=0.77$)

-Persiana automatizada: bajada cuando iluminancia exterior > 15 Klux

Sistemas de control solar

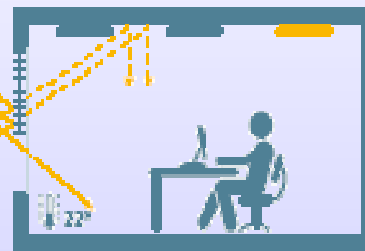


- **Control de luminosidad natural**

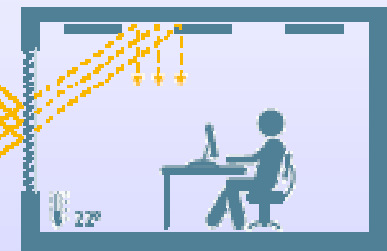
- Adaptar la luminosidad
- Confort visual



No sun, overcast
Natural light: minimal
Artificial lighting: maximum



Some sun, a few clouds
Natural light: average
Artificial lighting: average



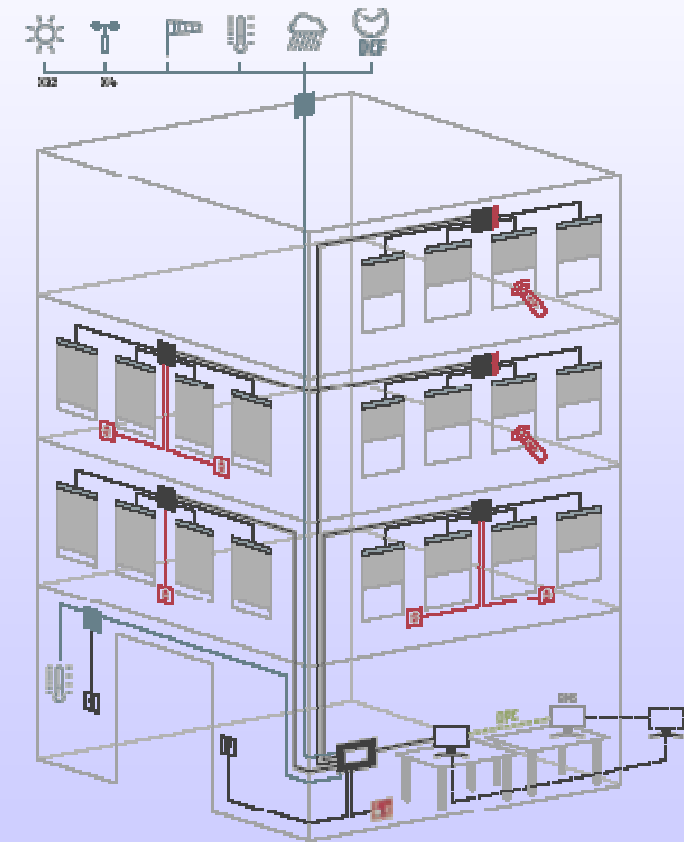
Clear skies
Natural light: maximum
Artificial lighting: minimal

Necesita interactuar con los sistemas de iluminación artificial para ajustar los niveles de luminosidad en el interior del edificio

Sistemas de control solar



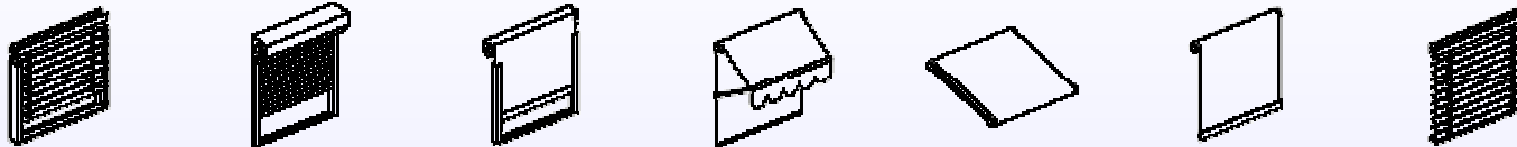
- **Elementos de un sistema control solar**
 - Protecciones solares
 - Automatismos
 - Sensores



Sistemas de control solar



- **Protecciones solares**



Proyección de sombras

- Persianas
- Venecianas
- Lamas
- Toldos



➤ **Aumentan el Factor de sombra del hueco**

Reducción de la radiación

- Screens



➤ **Modifican el Factor solar del hueco**

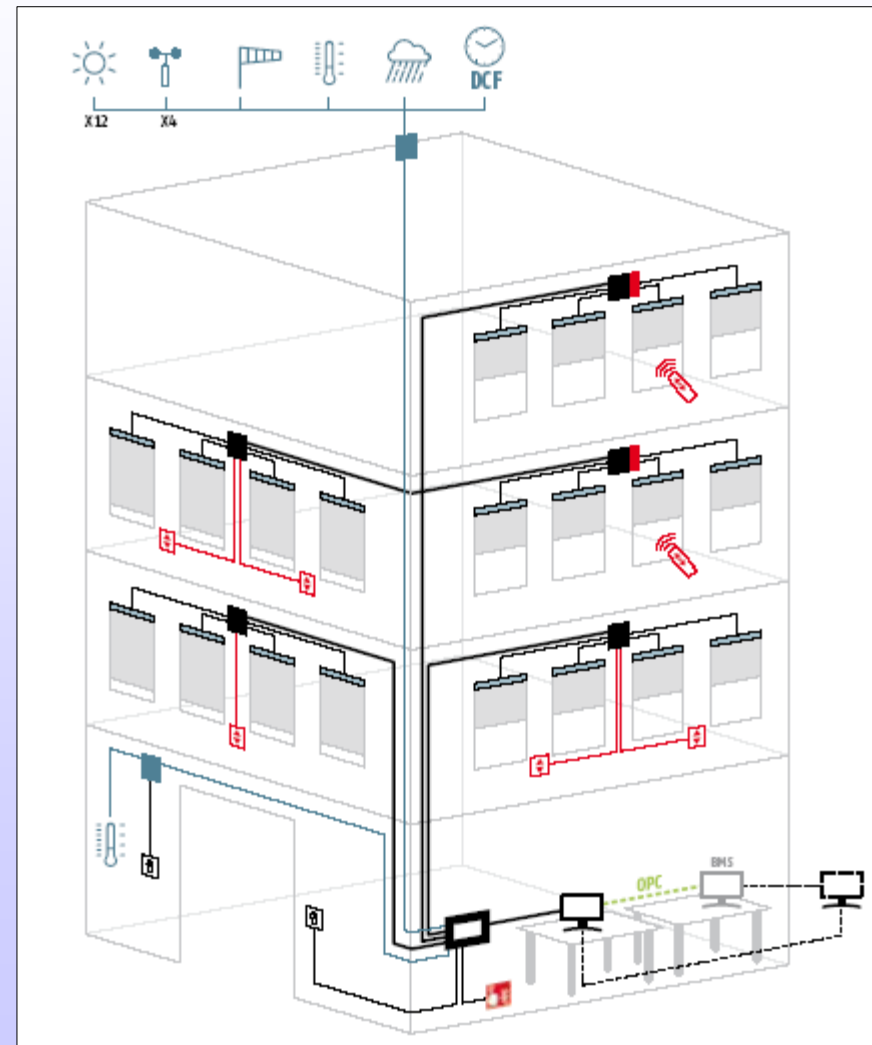
$$\text{Factor solar modificado} = \text{Factor solar} / \text{Factor sombra}$$

Sistemas de control solar



- **Automatismos**

- Motores y actuadores
- Mandos locales
- Mandos centralizados
- Controlador motores
- Red de comunicación
- Cuadro de control
- Software



somfy®

KNX®

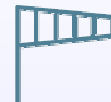
LONMARK®

Sistemas de control solar



- **Sensores**

- Sol
- Viento
- Temperatura exterior e interior
- Lluvia
- Zona horaria



2X 

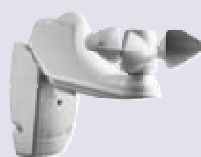


sun & wind



sun

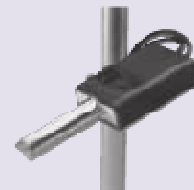
2X 



or



1X 



1X 



or



INDICE

- **Exigencias básicas de CTE y protección solar**
 - CTE-DB-HE1: Limitación de la demanda energética
 - CTE-DB-HE3: Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación
- **Sistemas de control solar**
 - Aislamiento térmico dinámico
 - Control de iluminación natural
 - Elementos de un sistema de control solar
- **Calificación energética**

Calificación Energética



- Los dispositivos de sombra móviles, del tipo cortinas, persianas o toldos pueden ser modelados en CALENER-GT usando las propiedades **HORARIO-SOMBRA** y **HORARIO-U** del objeto VENTANA.
- La propiedad **HORARIO-SOMBRA** recoge la variación horaria de la **reducción de ganancia solar** a través de la ventana debido a que el usuario coloque en mayor o menor extensión los dispositivos de sombra.
- La propiedad **HORARIO-U** define la variación horaria de la conductancia del vidrio debido a la presencia de elementos que **modifiquen la transmisión de calor** por conducción, por ejemplo persianas (ver manual de referencia).
- Para el cálculo de la iluminación natural (en el caso de que existan controles de iluminación artificial en función de la natural) los efectos de cortinas, persianas y toldos **influyen en la cantidad de luz natural** que ingresa en el espacio.

Calificación Energética



Dispositivo de sombra (cortina)			Tipo de acristalamiento			
Posición	Transmisividad	Color	Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.60
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.70	0.80	0.85	0.85
	Medio translúcida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.70	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translúcida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.70
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translúcida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.30	0.30	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translúcida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45
		Pastel	0.48	0.48	0.49	0.46
		Oscuro	0.50	0.49	0.50	0.47
		Negro	0.51	0.51	0.51	0.48

Tabla 7: Valores típicos de reducción de la ganancia solar al aplicar protecciones. (Fuente: Norma CEN prEN 13363-1).



Calificación Energética



Tipo de persiana	Tipo de acristalamiento			
	Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisi- vo
Persiana enrollable de aluminio	0.59	0.74	0.81	0.84
Persiana enrollable de madera y plástico sin relleno de aislante	0.52	0.68	0.76	0.80
Persiana enrollable de plástico con relleno de aislante	0.48	0.64	0.72	0.77
Persianas de madera de 25 a 30 mm de espesor	0.44	0.60	0.69	0.74

*Tabla 8: Valores típicos de reducción de la transmisión de calor al aplicar protecciones.
(Fuente: Norma CEN prEN ISO 10077-1).*

Calificación Energética



Definición de los dispositivos de sombra móviles

Ventanas

Seleccionar Ventana:

Propiedades básicas | Salientes laterales y Voladizos

Nombre:

Acristalamiento:

Localización y Geometría

X: m

Y: m

Retranqueo: m

Altura: m

Anchura: m

Marco de la ventana

Ancho: m

Conductancia (U): W/(m²·K)

Dispositivos de sombra móviles

Horario ganancia solar:

Horario transmisión:

Permeabilidad a las infiltraciones de aire

Permeabilidad: m³/(h·m²) para 100 Pa

Aceptar

Calificación Energética



Definición de los HORARIO-SOMBRA y HORARIO-U

Horarios

Horario Diario | Horario Semanal | Horario Anual

Seleccionar Horario Diario:

Nombre:

Tipo:

Valores Horarios

0 - 1:	1,0000	ratio	8 - 9:	1,0000	ratio	16 - 17:	1,0000	ratio
1 - 2:	1,0000	ratio	9 - 10:	1,0000	ratio	17 - 18:	1,0000	ratio
2 - 3:	1,0000	ratio	10 - 11:	1,0000	ratio	18 - 19:	1,0000	ratio
3 - 4:	1,0000	ratio	11 - 12:	1,0000	ratio	19 - 20:	1,0000	ratio
4 - 5:	1,0000	ratio	12 - 13:	1,0000	ratio	20 - 21:	1,0000	ratio
5 - 6:	1,0000	ratio	13 - 14:	1,0000	ratio	21 - 22:	1,0000	ratio
6 - 7:	1,0000	ratio	14 - 15:	1,0000	ratio	22 - 23:	1,0000	ratio
7 - 8:	1,0000	ratio	15 - 16:	1,0000	ratio	23 - 24:	1,0000	ratio

Aceptar

Muchas gracias por vuestra atención

Francisco López
flopez@regypersianas.com



*Registros y
Persianas S.L.*