

3.02.3 AHORRO DE ENERGÍA (CTE DB-HE)

En el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo del 2006 se aprobó el Código Técnico en la Edificación (residencial e industrial), entre cuyos apartados cuenta con el Ahorro Energético, sección HE, la cual pasamos a justificar a continuación:

HE-0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.2.2 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de otros usos

1) La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

En el caso que nos ocupa, la calificación energética de la ampliación es **A**, según se indica en el correspondiente anexo, luego cumple.

La justificación del cumplimiento de la exigencia viene reflejada en el anexo correspondiente a la calificación energética, en el que se indica la zona climática, siendo el procedimiento empleado el HULC (herramienta unificada Calener Lider) y donde figura la demanda energética de cada servicio (calefacción, ACS, iluminación,...) así como la generación de CO₂ y el consumo de energía primaria, con indicación de las instalaciones propuestas y sus rendimientos.

HE-1: LIMITACIÓN EN LA DEMANDA ENERGÉTICA

Se trata de un edificio de uso docente situado en zona Climática C1.

El porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y de refrigeración, respecto al edificio de referencia de edificio o la parte ampliada, en su caso debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Se justifica este apartado en el Anexo a continuación.

HE2 – RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS. RITE

1. OBJETO

De acuerdo con la Sección HE 2, los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos.

El objeto de esta Memoria es describir la Instalación de Calefacción de un edificio nuevo destinado a sala de Usos Múltiples en el interior de un recinto escolar.

2. NORMATIVA

- Real decreto 314/2006, de 17 de Marzo por el que se aprueba el código técnico de edificación.
- Real decreto 1027/2007 del 20 de julio por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda (NTE-ISV/1975 sobre construcción de conductos de evacuación y chimeneas (B.O.E. de 5 y 12 de Julio de 1975).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Real Decreto 275/1995 de 24 de Febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 94/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CEE.
- Directiva del Consejo 93/76/CEE referente a la limitación de las emisiones de dióxido de Carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE).
- Real Decreto 1428/1992 de 27 de Noviembre que aprueba las disposiciones de aplicación de la directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.
- Real Decreto 2177/1996 de 4 de Octubre en el que se aprueba la NBE-CPI/96 sobre Condiciones de Protección contra Incendios de los Edificios.
- Lei 9/2013, de 19 de decembro do emprendemento e da competitividade económica de Galicia.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3.1.- INSTALACIÓN QUE SE PROPONE

En el caso que nos ocupa se propone el climatizar la sala de usos múltiples por medio de distribución de aire caliente/frío procedente de dos bombas de calor aire-aire.

a) Las dos bombas de calor climatizarán la sala general de multiusos, tratándose de dos máquinas iguales compactas aire-aire, de la marca MITSUBISHI, modelo ZRP200YKA.

La regulación de la temperatura en la sala tendrá lugar por medio de un cronotermostato, encargado de arrancar/parar la máquina y variar el régimen de funcionamiento de la misma para que la temperatura en el local sea la de consigna.

La distribución del aire se realizará por medio de conductos de fibra aislados, tipo Climaver Neto, ubicados sobre el falso techo, con descarga mediante difusores rotacionales, garantizando una velocidad de descarga no superior a los 2,5 m/s.

El retorno del aire tendrá lugar desde rejillas lineales ubicadas en los conductos de fibra, tipo Climaver Neto que se encuentran también sobre falso techo, realizando el retorno del aire a la máquina.

Las máquinas seleccionadas son de la casa **MITSUBISHI**, modelo **ZRP200YKA**.

4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS: TRANSMITANCIA TÉRMICA

El cálculo de la transmitancia térmica (U) de cada uno de los cerramientos que constituyen la envolvente del edificio se describe y justifica dentro del cumplimiento de la Sección HE1 "Limitación de Demanda Energética" y que forma parte de este documento.

Estos valores de transmitancias obtenidos son los empleados para determinar la demanda térmica del edificio.

5. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Para fijar las condiciones exteriores de diseño aplicaremos lo establecido en la ITE 02.3 que nos remite a la norma UNE 100001-85 sobre condiciones climáticas para proyectos correspondientes a las observaciones de los meses de diciembre, enero y febrero en la localidad de la obra.

Para el cálculo de consumos los datos de grados-día se obtendrán teniendo en cuenta los establecidos por la norma UNE 100002-88.

- Zona climática = C1
- Emplazamiento: Ames
- Latitud (grados): 42.91 grados
- Altitud sobre el nivel del mar: 120 m
- Percentil para verano: 5.0 %
- Temperatura seca verano: 28.60 °C
- Temperatura húmeda verano: 19.50 °C
- Oscilación media diaria: 11 °C
- Oscilación media anual: 31.8 °C
- Percentil para invierno: 97.5 %
- Temperatura seca en invierno: 0.80 °C
- Humedad relativa en invierno: 80 %
- Velocidad del viento: 5.2 m/s
- Temperatura del terreno: 7.00 °C
- Temperatura de locales no calefactados = 12 °C
- Coeficiente orientación N = 20 %
- Coeficiente orientación NE = 15 %
- Coeficiente orientación E = 10 %
- Coeficiente orientación SE = 5 %
- Coeficiente orientación S = 0 %
- Coeficiente orientación SO = 5 %
- Coeficiente orientación O = 10 %
- Coeficiente orientación NO = 18 %
- Coeficiente por intermitencia = 15 %
- Coeficiente por situación = 0 %

6. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

Para lograr el bienestar térmico aplicaremos la norma ITE 02.2 sobre condiciones interiores, por lo que se tendrá en cuenta la norma UNE-EN ISO 7730 donde se determina que la temperatura interior deberá estar entre 21°C y 24°C, pero para la zona ocupada no pasaremos de 23°C. De esta manera los valores serán:

- Temperatura interior = 21 - 23°C (se especifica en cada local)
- Humedad relativa = 40 - 60 % (UNE 100011-91)
- Velocidad media del aire = 0.15 - 0.20 m/s
- Caudal de ventilación = mínimo 1 renovación/hora (ITE 02.2.2)
- Nivel sonoro = Según tabla 3 de la norma ITE 02.2.3.1
- Vibraciones = Se aislará según la norma UNE 100153-88

7. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

El cálculo de cargas térmicas se realizará para el único local existente en esta edificación (sala de multiusos), en virtud de lo especificado en la ITE 03.5 y teniendo en cuenta los siguientes factores:

- características constructivas y orientaciones (Coeficientes U y coeficientes por orientación)
- influencia de los edificios colindantes y exposición a los vientos (Coeficiente por situación) - Tiempos de funcionamiento (Coeficiente por intermitencia)
- Ventilación (norma ITE 02.2.2) mínimo 1 renovación/hora

a) Pérdidas por transmisión

$$- Pt = S \cdot U \cdot I_o \cdot (T_i - T_e) \text{ kCal/h}$$

- Pt = Pérdidas por transmisión en kCal/h
- S = Superficie del cerramiento en m²
- U = Coeficiente U del cerramiento en kCal/m² h °C
- I_o = Incremento por orientación
- T_i = Temperatura interior en °C
- T_e = Temperatura exterior en °C

b) Pérdidas por infiltración

$$- P_v = \frac{c \cdot \square \square \cdot v^2}{2}$$

Pi = Pérdidas por infiltración en kCal/h
Pv = Presión del viento en Pa
c = 0.94
 $\square \square = 1.293$

$$- Q_{ir} = Q_{ip} \cdot [P_v / 100]^{1/n}$$

Qip = Infiltración a 100 Pa en m³/h m²
Qir = infiltración real a Pv de presión en m³/h m²
n = 1.5 (entre 1 y 2 según el flujo)

$$- P_i = \mu \cdot Q_{ir} \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

$\mu = 0.30$
S = Superficie del cerramiento en m²

c) Pérdidas por renovación

$$- Pr = 0.30 \cdot V \cdot (T_i - T_e) \cdot N \text{ kCal/h}$$

- V = Volumen del local en m³
- N = Número de renovaciones
- Pr = Pérdidas por renovación

d) Pérdida de carga total

$$- P_c = P_t + (P_i \text{ o } P_r) \cdot (I_s + I_j + I_a + I_e) \text{ kCal/h}$$

- Pc = Pérdida de carga total en kCal/h
- (Pi o Pr) = La mayor de ambas
- I_s = Coeficiente por situación
- I_j = Coeficiente por intermitencia
- I_a = Coeficiente por altura (superiores a 4 m)
- I_e = Coeficiente por esquina

8. CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA.

Las máquinas seleccionadas para la generación de calor (bombas de calor), han sido seleccionadas para cubrir la mayor demanda energética simultáneamente, teniendo en cuenta los rendimientos y las pérdidas de calor en conductos. Asimismo, se han seleccionado equipos con muy alto rendimiento a cargas parciales, al objeto de poder dar una solución óptima a cargas parciales.

En el estudio de las cargas térmicas, el programa informático estudia la demanda energética hora a hora en el día y mes indicado, realizándose varias hipótesis para obtener la carga más elevada y la menor, para poder seleccionar el equipo que cubra ambas situaciones con un alto rendimiento.

Asimismo, para adaptar el aire de renovación a la ocupación real del sistema, se ha optado por disponer de variador de frecuencia conectado a una sonda de CO₂ en el conducto de retorno, de tal modo que nunca se esté introduciendo aire exterior sin necesidad para la calidad del aire interior.

9. CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS DE CALOR

MODELO UNIDAD EXTERIOR			PUHZ-RP200YKA*	PUHZ-RP250YKA*	PUHZ-SHW230YKA
Calefacción A7°/W35°	Capacidad Nominal	kW	22,4	27,0	23,0
	Consumo Nominal	kW	6,01	7,97	6,3
	COP		3,73	3,39	3,65
	Caudal Nominal	L/min	64,20	80,30	65,90
	Temperatura Máxima salida de agua	°C	53	53	60
Refrigeración A35°/W18°	Capacidad Nominal	kW	19,0	25,0	20,0
	Consumo Nominal	kW	5,02	8,07	5,64
	EER		3,78	3,1	3,55
	Caudal Nominal	L/min	54,5	64,2	57,3
	Temperatura Mínima salida de agua	°C	5	5	5
Dimensiones	Diámetro tuberías (líquido/gas)	mm	9,52 / 25,4	12,7 / 25,4	9,52 / 25,4
	Long. Máx. Tubería (vertical/total)	m	30/120	30/120	30/80
	Alto x Ancho x Fondo	mm	1.338 x 1.050 x 330+30	1.338 x 1.050 x 330+30	1338 x 1050 x 330+30
Rango de operación	Calefacción	°C	-20 ~ +35	-20 ~ +35	-25 ~ +21
	ACS	°C	--	--	-25 ~ +35
	Refrigeración	°C	-5 ~ +46	-5 ~ +46	-5 ~ +46

ANEXO DE CÁLCULO

En el apartado “anexos de memoria” se adjuntan las hojas de cálculo justificativo correspondientes.

HE-3: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Con este anexo se pretende justificar el ahorro energético en la instalación de iluminación interior de un edificio de usos múltiples asociado a un centro docente.

La edificación cuenta con ventanales por dos de sus fachadas, por las que se recibirá importante aporte solar.

1.- Justificación del VEEI

Para justificar el cumplimiento del HE-3, será necesario calcular el Valor de Eficiencia Energética de la Iluminación, según la fórmula que se indica:

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

siendo

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m²];

E_m la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Los cálculos del VEEI se han realizado mediante el programa informático DIALUX, cuyos resultados se adjuntan en el anexo III.

Los valores límite de Eficiencia Energética en la Iluminación son los indicados en la siguiente tabla, en función del uso, siendo en el caso que nos ocupa:

El valor límite del VEEI para el uso “salas de usos múltiples” es de 8,0 W/m² por cada 100 lux

El valor límite del VEEI para almacenes, archivos y salas técnicas es de 4 W/m² por cada 100 lux

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
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

ESTANCIA	VEEI LIMITE	VEEI CALCULADO	CUMPLIMIENTO
ZONA USOS MÚLTIPLES	8,0 W/m ² /100 lux	1,21 W/m ² /100 lux	CUMPLE
ALMACÉN	4,0 W/m ² /100 lux	2,81 W/m ² /100 lux	CUMPLE
DISTRIBUIDOR ASEOS	4,0 W/m ² /100 lux	2,78 W/m ² /100 lux	CUMPLE
ASEOS	4,0 W/m ² /100 lux	2,10 W/m ² /100 lux	CUMPLE
HALL ENTRADA	4,0 W/m ² /100 lux	1,82 W/m ² /100 lux	CUMPLE

2.- Justificación de la potencia instalada

La potencia máxima en iluminación para el local DOCENTE que nos ocupa es de 15 W/m², según indica la tabla 2.2 adjunta

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

Teniendo en cuenta que la superficie del total del local es de 467 m² y que la potencia instalada es de 1.642 W, Por lo que el ratio de potencia instalada en el local es de 3,52 W/m².

LOCAL ADMINISTRATIVO			
LUMINARIA	UD	P(W)	TOTAL (W)
Pantalla LED 2x24W	2	48	96
Aplicado LED 18W	4	18	72
Downlight LED 22W	67	22	1474
TOTAL:			1642

a) Sistemas de encendido y apagado

La iluminación del local que nos ocupa será puesta en funcionamiento y/o parada según se indica:

- El alumbrado de la sala de usos múltiples será realizado por medio de interruptores unipolares sencillos, de empotrar, ubicados a pie de puerta de acceso.
- El alumbrado de aseos, hall de acceso y distribuidor será realizado por medio de detectores de presencia temporizados, regulables en cuanto a alcance, duración del encendido y los requerimientos de luz natural.
- El alumbrado del aseo de minusválidos será realizado desde interruptor unipolar ubicado al lado de la puerta, en el interior del mismo, no pudiendo realizarse mediante detector de presencia según indicaciones del CTE-SUA.

En ningún caso será necesario el actuar sobre los cuadros eléctricos para encender la iluminación, tratándose de elementos de protección y no de uso cotidiano.

b) Existencia de un control de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

Puesto que existen ventanas directas al exterior en dos de las fachadas se estudiará la necesidad de la existencia de un control de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

2.3 Sistemas de control y regulación

- 1 Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un *sistema de control y regulación* con las siguientes condiciones:

- a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las *zonas de uso esporádico* dispondrán de un control de encendido y apagado por *sistema de detección de presencia* temporizado o sistema de pulsador temporizado;

Con esta exigencia lo que se pretende es que no existan sistemas de iluminación que sólo se apaguen y enciendan desde cuadro, ya que estos no dan la opción al usuario de encender o apagar por no tener acceso al cuadro eléctrico.

En las zonas comunes de los edificios de uso residencial privado, en aquellos espacios de estos edificios donde la ocupación sea aleatoria, no controlada y no permanente, como aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc. es de aplicación lo relativo a las zonas de uso esporádico de este apartado que contempla la disponibilidad de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizado. Cabe aclarar que, como para las zonas de uso esporádico el DBHE ya contempla un tratamiento particular diferenciado (sistema de detección de presencia temporizado o sistema de pulsador temporizado) respecto a la exigencia general (disponer un sistema de encendidos por horario centralizado), se entiende que no requiere justificación el hecho de no incorporar un control por horario centralizado en dichas zonas.

- b) se instalarán *sistemas de aprovechamiento de la luz natural*, que regulen proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las *luminarias* de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de *luminarias* situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, cuando se den las siguientes condiciones:

Este párrafo establece tres casos en los que considerar la instalación de sistemas de aprovechamiento de luz natural:

- 1 Habitaciones de menos de 6 metros de profundidad, en todas las luminarias;
- 2 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;
- 3 En las luminarias situadas bajo un lucernario.

- i) en todas las zonas que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

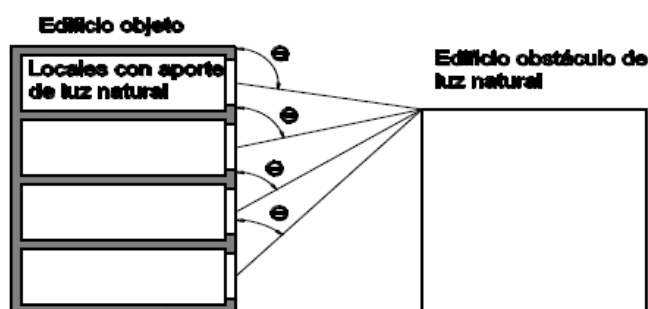


Figura 2.1

- que el ángulo θ sea superior a 65° ($\theta > 65^\circ$), siendo θ el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;
- que se cumpla la expresión: $T(A_w/A) > 0,11$

siendo

T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

En el caso que nos ocupa, resulta exigible el disponer de regulación progresiva en las dos primeras hileras de luminarias de cada una de las fachadas acristaladas, pues no existe ningún elemento que genere sombras de importancia, siendo los vidrios con alto coeficiente de transmisión luminosa.

Se ha propuesto disponer de reguladores tipo OccuSwitch Dali Básico o similar, los cuales son capaces de regular de forma progresiva un máximo de quince luminarias, manteniendo el nivel de iluminación previamente establecido. Se dispondrán dos reguladores en cada fachada y uno en el hall de recepción.

Las luminarias propuestas en las dos primeras filas de cada fachada son LED, regulables, control DALI

c) Plan de mantenimiento.

Para mantener las instalaciones de iluminación se realizará el cambio de lámparas, la limpieza de luminarias, y también el reajuste o la reorientación de proyectores y luminarias orientables.

El objetivo del mantenimiento es en primer lugar la garantía de la iluminancia mínima indicada, es decir, la limitación de la ineludible depreciación de flujo luminoso en una instalación de iluminación. Razones para esta disminución son tanto lámparas fundidas y la sucesiva pérdida del flujo luminoso de las mismas como el empeoramiento del rendimiento óptico debido al ensuciamiento de reflectores o cierres de luminarias. Para evitar una disminución del flujo luminoso, es imprescindible realizar periódicamente un cambio de todas las lámparas así como la limpieza de las luminarias. También los aspectos cualitativos pueden ser decisivos para el mantenimiento. Así, una sola lámpara defectuosa en un grupo dispuesto geométricamente en una línea luminosa puede significar una molestia considerable.

Será necesario cambiar las lámparas una vez agotadas las horas útiles de iluminación indicadas por el fabricante y limpiarlas y reorientarlas una vez al año. Asimismo se propone disponer de un servicio técnico que haga una revisión mensual para cambiar lámparas fundidas o que no funcionen correctamente.

HE-4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA AL ACS

En el caso que nos ocupa no se propone la instalación de ACS..

Por tanto se concluye que no procede su instalación, por no resultar obligatorio.

HE-5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA

No se encuentra dentro del ámbito de aplicación del apartado 1.1., por tanto no se aplica.