

### **3.6. AHORRO DE ENERGÍA - DB HE**

## **ÍNDICE**

### **CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO HE AHORRO DE ENERGÍA**

1. Generalidades
2. Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética
3. Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
4. Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
5. Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
6. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

### **CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO HE – AHORRO DE ENERGÍA**

#### **1. GENERALIDADES**

**REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE num.74, Martes 28 de marzo 2006).**

#### **Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)**

El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

#### **15.1 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.

## **15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas**

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. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

## **15.3 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.

## **15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

## **15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**

En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Tal y como se describe en el artículo 1 del DB HE, tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

## 2. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

### 2.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto del presente Proyecto son dos edificios de nueva construcción destinados a graderío, aseo y bar. Tienen una superficie útil superior a 50 m<sup>2</sup>, por lo que queda dentro del ámbito de aplicación de este requisito básico.

### 2.2. DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS

El proyecto está situado en Av. De Santa Mariña s/nº, ayuntamiento de Redondela, 36800, en la provincia de Pontevedra: **zona climática C1**.

#### Demanda energética

Valores máximos de transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica U:

- Muros de fachada y particiones interiores en contacto con espacios no habitables:  $U = 0,95 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno:  $U = 0,95 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Primer metro de muros en contacto con el terreno:  $U = 0,95 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Suelos:  $U = 0,65 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Cubiertas:  $U = 0,53 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Vidrios y marcos (por separado):  $U = 4.40 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Medianerías:  $U = 1,00 \text{ W / m}^2\text{K}$

Valores límite de los parámetros característicos medios de las diferentes categorías de paramentos que definen la envolvente térmica (zona 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 cubierta:  $U_{Clim} = 0,41 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Transmitancia límite de huecos:
  - EDIFICIO CAFETERÍA-ASEOS N (% huecos 21%-30%)  $U_{Hlim} = 2,90 (3,30) \text{ W / m}^2\text{K}$
  - EDIFICIO CAFETERÍA-ASEOS E/O (% huecos 31%-40%)  $U_{Hlim} = 2,70(2,80) \text{ W / m}^2\text{K}$
  - EDIFICIO GRADERÍO (% huecos 11%-20%)  $U_{Hlim} = 4,40 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Factor solar modificado límite de lucernarios en cubierta:  $F_{Lim} = 0,37 \text{ W / m}^2\text{K}$
- Factor solar modificado límite de huecos en fachada  $F_{Hlim}$  Sin valor límite

## Permeabilidad al aire

Valor límite de permeabilidad de las carpinterías de los huecos de fachadas y lucernarios: ZONA C1  
27 m<sup>3</sup> / h m<sup>2</sup>

## Condensaciones

-Condensaciones superficiales: Se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en la superficie interior de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio; para ello, el valor límite de la humedad relativa media mensual de cualquiera de los puntos de un cerramiento será menor del 80%, lo que equivale a que el factor de temperatura de la superficie interior de cada cerramiento y puente térmico ( $f_{Rsi}$ ) sea superior al factor mínimo de temperatura de la superficie interior ( $f_{Rsi\ min}$ ).

-Condensaciones intersticiales: serán tales que no produzcan una merma significativa en las prestaciones térmicas de los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica, ni supongan un riesgo de degradación para dichos elementos; de esta forma, la presión de vapor de la superficie de cada capa de los cerramientos será inferior a la Presión de saturación, en las condiciones ambientales más desfavorables (mes de Enero). Además, la máxima condensación acumulada en cada período anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo período.

### 2.3. DATOS PREVIOS Y CÁLCULO DE LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Método de comprobación utilizado: MÉTODO SIMPLIFICADO según HE 1 apartado 3.2.

#### EDIFICIO GRADERÍO-ASEO

Porcentaje de huecos en fachada N:	0 % < 60%
Porcentaje de huecos en fachada E:	0 % < 60%
Porcentaje de huecos en fachada O:	0% < 60%
Porcentaje de huecos en fachada S:	14,7% < 60%
Porcentaje total de huecos en fachada:	5,7 % < 60%
Porcentaje de lucernarios en cubierta:	0 % < 5%

#### Zona climática

Altitud de la capital: 296 m.      Zona climática: C1      (Tabla D.1 del Anexo D de la HE 1)

#### Clasificación de los espacios

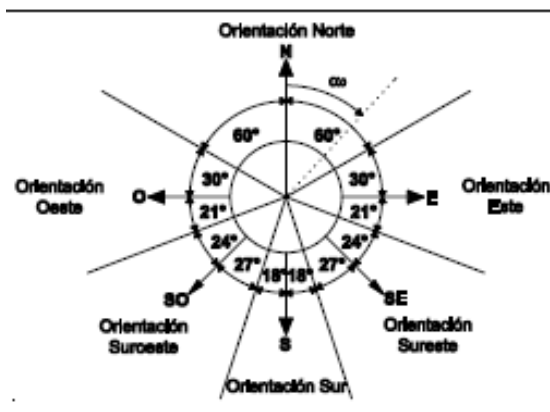
EDIFICIO GRADERÍO-ASEO

Espacios habitables: aseo de publico

Espacios no habitables: depositos.

Carga térmica de los espacios habitables: Baja carga interna.

### Orientaciones de los componentes de la envolvente térmica



### Definición de la envolvente térmica

EDIFICIO GRADERÍO-ASEO

<b>C CUBIERTA</b>	C <sub>1</sub>	Cubierta a ambiente exterior
<b>M FACHADAS</b>	M <sub>1</sub>	Fachada a ambiente exterior
	M <sub>2</sub>	Muro en contacto con el terreno
	H <sub>1</sub>	Huecos a ambiente exterior (ventanas)
<b>S SUELOS</b>	S <sub>1</sub>	Suelo en contacto con el terreno

### Cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente térmica

Los cálculos de los siguientes valores se han realizado conforme al Anexo E, DB HE1, y los valores de características físicas de materiales y sistemas de construcción adoptados se han tomado de la biblioteca de datos del programa LIDER (Documento Reconocido del CTE).

## 2.4. CONTROL DE CONDENSACIONES SUPERFICIALES E INTERSTICIALES

### 2.4.1. Datos previos

### Datos climáticos exteriores

T<sub>med capital</sub>:  $\theta_{ec} = 9,9 \text{ °C}$

T<sub>med localidad</sub>  $\theta_{el} = 7,71 \text{ °C}$

HR<sub>med capital</sub> 74%

### Datos climáticos interiores

Temperatura interior: 20 °C

Grado higrotérmico: 3 (55%) BAR-ASEOS

#### 2.4.2. Condensaciones superficiales

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de los componentes de la envolvente térmica (tabla 2.1. DB HE 1) nos asegura la limitación de condensaciones superficiales, incluidos los puentes térmicos con una transmitancia inferior a  $1,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo:

-  $f_{Rsi,min} = 0,69$  (para clase de higrometría 3 y zona climática C1).

-  $f_{Rsi,min} = 0,69$  (para clase de higrometría 4 y zona climática C1).

Todos los valores de transmitancia U son inferiores a los valores máximos definidos en el apartado 2, lo que nos asegura el cumplimiento de que  $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,min}$

En los encuentros de cerramientos de fachada con forjados, se evita el riesgo de condensación superficial con la continuidad del aislamiento del cerramiento de fachada con un grosor similar al del resto del cerramiento.

#### 2.4.3. Condensaciones intersticiales

##### 2.4.3.1 ACCESO, clase de higrometría 3 (55%)

Datos de partida:

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo:  $f_{Rsi,min} = 0,56$

Temperatura superficial interior mínima aceptable:  $\theta_{si,min} = 14,5 \text{ °C}$

Presión de vapor de saturación:  $P_{sat} = 1606 \text{ Pa}$

Presión de vapor del aire interior:  $P_i = 1285 \text{ Pa}$

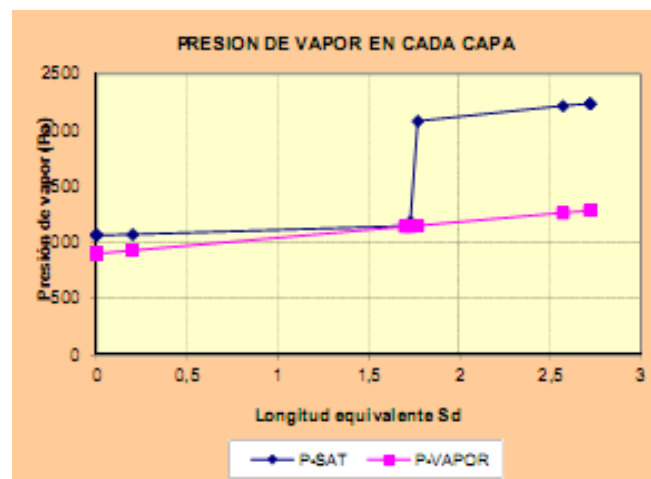
Comprobación de condensaciones intersticiales (conforme al Anexo G, apartado G.2.2., DB HE1):

En los cerramientos de fachada se comprueba que la presión de vapor de la superficie de cada capa es inferior a la de presión de vapor de saturación. En las siguientes tablas se comprueba la distribución de temperaturas, la distribución de presiones de vapor de saturación y las de presiones de vapor.

MUROS EN CONTACTO CON EL AIRE

MU1/MUR TIPO 1

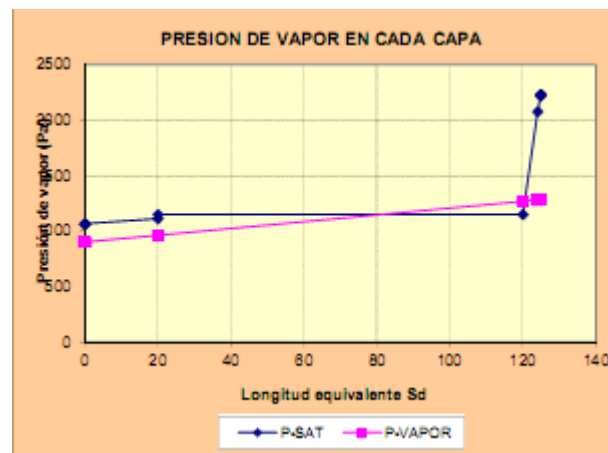
DEFINICIÓN DE CAPAS				CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
	e metros	$\lambda$ W/mK	R $m^2 K/W$	T $^{\circ}C$	$P_{sat}$ $P_a$	$\mu$	$S_{dn}$	$P_{vapor}$ $P_a$
<b>EXTERIOR</b>				7,71	1.051,21			902,14
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04	7,93	1.086,85			
Montero de cemento o cal para albañilería y para revocolecido d>2000 (LIDER)	0,020	1,800	0,01	7,99	1071,24	10	0,2	930,32
BH Baque de Hormigón convencional espesor 150 mm (LIDER)	0,150	0,789	0,19	9,02	1148,68	10	1,5	1.141,63
<b>CON CÁMARA</b> Vertical Ligeramente ventilada	0,030	---	0,09	9,48	1.185,57	1	0,03	1145,86
XPS Expandido con Hidrofluorcarbonos HCF (0,025 W/mK) (LIDER)	0,040	0,025	1,60	18,15	2081,86	1	0,04	1.151,49
LH Tablón Ladrillo huecodoble (80 mm< E< 90 mm) (LIDER)	0,080	0,432	0,19	19,15	2216,59	10	0,8	1.264,19
Montero de cemento o cal para albañilería y para revocolecido 1000<d<1250 (LIDER)	0,015	0,550	0,03	19,30	2237,07	10	0,15	1.285,32
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13	20,00	2.336,95		$\Sigma =$ 2,72	
<b>INTERIOR</b>				20,00	2.336,95			1.285,32
<b>Resistencia térmica total</b> $R_T$ ( $m^2 K/W$ )			$\Sigma =$ 2,2703			<b>Comprobación <math>P_{sat} \geq P_n</math>:</b>		<b>CUMPLE</b>
<b>Transmitancia</b> $U=1/R_T$ ( $W/m^2K$ )			0,4405	$\leq U_{max}$	0,95		<b>Barrera de vapor</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Comprobación de Condensaciones superficiales:</b> $f_{Rsi} = 1-U \cdot 0,25 \geq f_{Rsi, min}$			0,89	$\geq f_{Rsi, min}$	0,55			<b>CUMPLE</b>





MU1/MUR TIPO 2

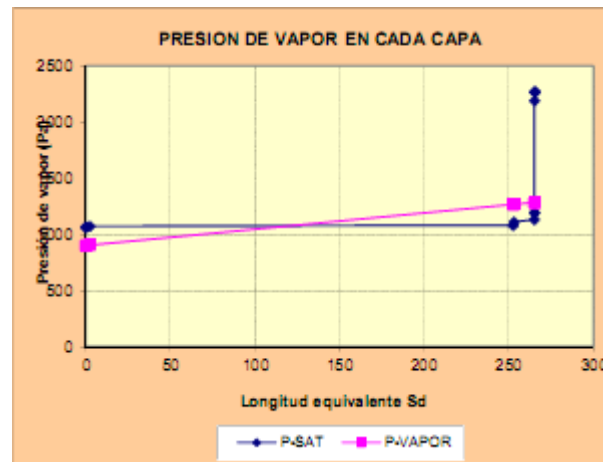
DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m <sup>2</sup> K/W	CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
				T °C	P <sub>sat</sub> Pa	μ	S <sub>dn</sub>	P <sub>vapor</sub> Pa
<b>EXTERIOR</b>				7,71	1.051,21			902,14
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> R <sub>se</sub>			0,04	7,94	1.067,59			
Hormigón armado 2300< d< 2500 (LIDER)	0,250	2,300	0,11	8,55	1113,24	80	20	963,49
<b>CON CÁMARA</b> Vertical Ligeramente ventilada	0,030	---	0,09	9,04	1.150,83	1	0,03	963,58
Metalico/Aleaciones de aluminio (LIDER)	0,001	160,000	0,00	9,04	1150,83	1E+30	100	1.270,29
XPS Expandido con Hidrofluorcarbonos HCF (0,025 W/mK) (LIDER)	0,040	0,025	1,60	18,11	2077,24	100	4	1.282,56
LH Tablón Ladrillo huecodoble (80 mm< E< 90 mm) (LIDER)	0,080	0,432	0,19	19,16	2218,20	10	0,8	1.285,02
Montero de cemento o cal para albañilería y para revocoleñuido 1000< d< 1250 (LIDER)	0,010	0,550	0,02	19,26	2232,48	10	0,1	1.285,32
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> R <sub>si</sub>			0,13	20,00	2.336,95	Σ =	124,93	
<b>INTERIOR</b>				20,00	2.336,95			1.285,32
Resistencia térmica total R <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> K/W)			Σ =	2,1687		Comprobación Psat ≥ Pn:		CUMPLE
Transmitancia U=1/R <sub>T</sub> (W/m <sup>2</sup> K)				0,4611	≤ U <sub>max</sub>	0,95		Barrera de vapor <input checked="" type="checkbox"/>
Comprobación de Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsi <sub>min</sub>				0,88	≥ fRsi <sub>min</sub>	0,56		CUMPLE



## CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE

### CU1/CU TIPO 1

DEFINICIÓN DE CAPAS				CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
	e metros	$\lambda$ W/mK	R $m^2 K/W$	T °C	P <sub>sat</sub> Pa	$\mu$	S <sub>dn</sub>	P <sub>vapor</sub> Pa
<b>EXTERIOR</b>				7,71	1.051,21			902,14
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> R <sub>se</sub>			0,04	7,90	1.064,77			
Arena y grava (1700< d <2200) (LIDER)	0,050	2,000	0,03	8,02	1073,32	50	2,5	905,75
Batún fieltro o lana (LIDER)	0,005	0,230	0,02	8,12	1080,80	50000	250	1.266,71
Mortaro de cemento o cal para abanilla y para revocoletiudo1250< d <1450 (LIDER)	0,060	0,700	0,09	8,52	1110,75	10	0,6	1.267,58
Losa Madiza HA con capa de compresión- Canto 150 mm	0,150	2,300	0,07	8,83	1134,03	80	12	1.284,90
<b>CON CAMARA</b> Horizontal Sin ventilar	0,050	---	0,16	9,58	1.192,96	1	0,05	1284,98
Metalico/ Aleaciones de aluminio (LIDER)	0,001	160,000	0,00	9,58	1.192,96	20	0,02	1.285,01
MW Lana mineral(0,050 W/mK) (LIDER)	0,100	0,050	2,00	18,97	2191,65	1	0,1	1.285,15
Pasta de yeso laminado (PYL) 750< d < 900 (LIDER)	0,030	0,250	0,12	19,53	2269,89	4	0,12	1.285,32
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> R <sub>si</sub>			0,10	20,00	2.336,95	$\Sigma \mu$	265,39	
<b>INTERIOR</b>				20,00	2.336,95			1.285,32
<b>Resistencia térmica total</b> R <sub>T</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	$\Sigma R$			2,6177		<b>Comprobación P<sub>sat</sub> ≥ P<sub>n</sub>:</b>		<b>CUMPLE</b>
<b>Transmitancia</b> U=1/R <sub>T</sub> (W/m <sup>2</sup> K)				0,3820	≤ U <sub>max</sub>	0,53	<b>Barrera de vapor</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Comprobación de Condensaciones superficiales:</b> f <sub>Rsi</sub> = 1-U·0,25 ≥ f <sub>Rsi,min</sub>				0,90	≥ f <sub>Rsi,min</sub>	0,56		<b>CUMPLE</b>



### Permeabilidad al aire

Para los huecos se utilizarán carpinterías de Clase 2. Clasificación según la norma UNE EN 207:2000 y ensayos según la norma UNE EN 1026:2000.

### 2.4.3.2 GRADERÍO- clase de higrometría 4 (62%)

#### Datos de partida:

Factor de temperatura de la superficie interior mínimo:	$f_{Rsi,min} = 0,69$
Temperatura superficial interior mínima aceptable:	$\theta_{si,min} = 15,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
Presión de vapor de saturación:	$P_{sat} = 1811\text{ Pa}$
Presión de vapor del aire interior:	$P_i = 1448\text{ Pa}$

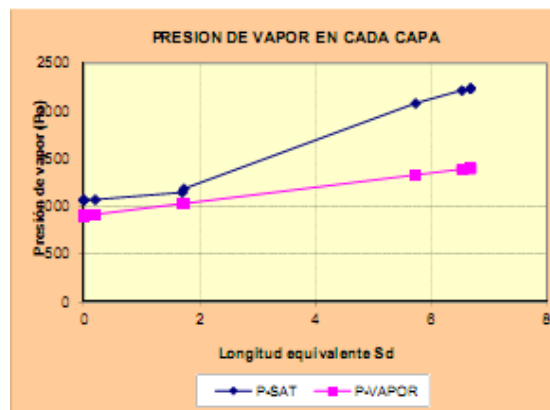
#### Comprobación de condensaciones intersticiales (conforme al Anexo G, apartado G.2.2., DB HE1):

En los cerramientos de fachada se comprueba que la presión de vapor de la superficie de cada capa es inferior a la de presión de vapor de saturación. En las siguientes tablas se comprueba la distribución de temperaturas, la distribución de presiones de vapor de saturación y las de presiones de vapor.

#### MUROS EN CONTACTO CON EL AIRE

##### MU1/MUR TIPO 1

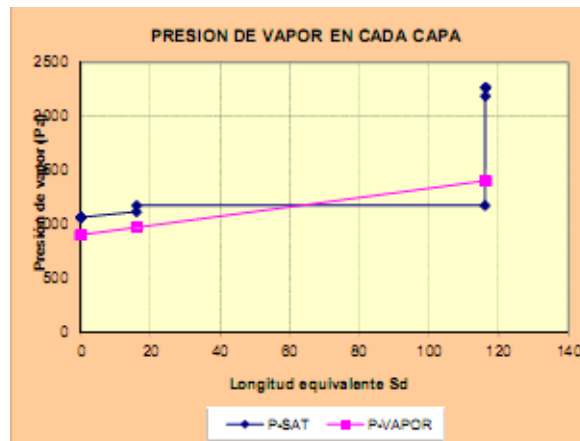
DEFINICIÓN DE CAPAS				CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
	e metros	$\lambda$ W/mK	R $\text{m}^2\text{ K/W}$	T $^{\circ}\text{C}$	$P_{sat}$ $\text{Pa}$	$\mu$	$S_{dn}$	$P_{vapor}$ $\text{Pa}$
<b>EXTERIOR</b>				7,71	1.051,21			902,14
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR</b> $R_{se}$			0,04	7,93	1.066,85			
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revocanido $d > 2000$ (LIDER)	0,020	1,800	0,01	7,99	1071,24	10	0,2	917,11
BH Bóveda de Hormigón convencional espesor 150 mm (LIDER)	0,150	0,789	0,19	9,02	1148,68	10	1,5	1.029,39
<b>CON CÁMARA</b> Vertical Ugeramente ventilada	0,030	---	0,09	9,48	1.185,57	1	0,03	1031,84
XPS Expandido con Hidrofluorcarbonos HCF (0,025 W/mK) (LIDER)	0,040	0,025	1,60	18,15	2081,86	100	4	1.331,06
LH Tablón Ladrillo hueco doble (80 mm < E < 90 mm) (LIDER)	0,080	0,432	0,19	19,15	2216,59	10	0,8	1.390,94
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revocanido 1000 < d < 1250 (LIDER)	0,015	0,550	0,03	19,30	2237,07	10	0,15	1.402,17
<b>RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR</b> $R_{si}$			0,13	20,00	2.336,95	$\Sigma *$	6,68	
<b>INTERIOR</b>				20,00	2.336,95			1.402,17
<b>Resistencia térmica total</b> $R_T$ ( $\text{m}^2\text{ K/W}$ ) $\Sigma *$			2,2703			<b>Comprobación <math>P_{sat} \geq P_n</math>:</b>		<b>CUMPLE</b>
<b>Transmitancia</b> $U=1/R_T$ ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )			0,4405		$\leq U_{max}$	0,95		Barrera de vapor <input type="checkbox"/>
<b>Comprobación de Condensaciones superficiales:</b> $f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25 \geq f_{Rsi,min}$			0,89		$\geq f_{Rsi,min}$	0,69		<b>CUMPLE</b>



## CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE

### CU1/CU TIPO 1

DEFINICIÓN DE CAPAS				CONDENSACIONES INTERSTICIALES						
	e metros	$\lambda$ W/mK	R $m^2 K/W$	T °C	$P_{sat}$ Pa	$\mu$	$S_{dn}$	$P_{vapor}$ Pa		
<b>EXTERIOR</b>				7,71	1.051,21			902,14		
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR	$R_{se}$		0,04	7,90	1.065,06					
Losas Alveolar Con capa de compresión- Canto 200 mm (LIDER)				8,59	1115,69	80	16	970,95		
<b>CON CAMARA</b>	Horizontal	Sin ventilar	0,050	---	0,16	9,35	1.175,06	1	0,05	971,17
Metalico/ Aleaciones de aluminio (LIDER)				9,35	1175,06	1E+30	100	1.401,22		
MW Lana mineral (0,050 W/mK) (LIDER)				18,94	2188,61	1	0,1	1.401,65		
Paca de yeso laminado (PYL) 750x d= 900 (LIDER)				19,52	2268,47	4	0,12	1.402,17		
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR	$R_{si}$		0,10	20,00	2336,95	$\Sigma$ *	116,27			
<b>INTERIOR</b>				20,00	2336,95			1.402,17		
Resistencia térmica total $R_T$ ( $m^2 K/W$ )				$\Sigma$ *	2,5625	Comprobación $P_{sat} \geq P_n$ :		CUMPLE		
Transmitancia $U=1/R_T$ ( $W/m^2K$ )				0,3903	$\leq U_{max}$	0,53	Barrera de vapor <input checked="" type="checkbox"/>			
Comprobación de Condensaciones superficiales: $f_{Rsi} = 1-U \cdot 0,25 \geq f_{Rsi,min}$				0,90	$\geq f_{Rsi,min}$	0,69	CUMPLE			



### Permeabilidad al aire

Para los huecos se utilizarán carpinterías de Clase 2. Clasificación según la norma UNE EN 207:2000 y ensayos según la norma UNE EN 1026:2000.

## 2.5 FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

### 2.5.1 EDIFICIO GRADERÍO-ASEO

#### Clase de higrometría 4

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		C1	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA			
<b>MUROS (<math>U_{Mm}</math>) y (<math>U_{Tm}</math>)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A·U (W/m K)	Resultados	
Z	MU1/MUR TIPO 1	157,14	0,440	69,22	$\Sigma A =$	157,14
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	69,22
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,44
W	MU1/MUR TIPO 1	28,48	0,440	12,54	$\Sigma A =$	28,48
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	12,54
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,44
O	MU1/MUR TIPO 1	28,48	0,440	12,54	$\Sigma A =$	28,48
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	12,54
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,44
S	MU1/MUR TIPO 1	118,52	0,440	52,20	$\Sigma A =$	118,52
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	52,20
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,44
SE	"		"		$\Sigma A =$	0,00
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	0,00
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
SO	"		"		$\Sigma A =$	0,00
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	0,00
	"		"		$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,00
C-TER	M-CTERR 1/ MURO CTI	21,64	0,420	9,09	$\Sigma A =$	21,64
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	9,09
	"		"		$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,42
<b>SUELOS (<math>U_{Sm}</math>)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A·U (W/K)	Resultados	
SAT1/SUELO APOYADO S/	"	284,96	0,500	142,48	$\Sigma A =$	284,96
	"	0,00	"		$\Sigma A \cdot U =$	142,48
	"		"		$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,50
<b>CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (<math>U_{Cm}</math>, <math>F_{Lm}</math>)</b>						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A·U (W/K)	Resultados	
CU1/ CUBIERTA TIPO 1	"	284,96	0,390	111,21	$\Sigma A =$	284,96
	"		"		$\Sigma A \cdot U =$	111,21
	"		"		$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,39
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	F	A·F (m <sup>2</sup> )	Resultados	
"	"		"		$\Sigma A =$	0,00
	"		"		$\Sigma A \cdot F =$	0,00
	"		"		$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,00

ZONA CLIMÁTICA	C1	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA
----------------	----	---------------------------------

HUECOS ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A·U (W/K)	Resultados
N	...	...	...	...	$\Sigma A = 0,00$
	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot U = 0,00$
	...	...	...	...	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,00$

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A·U	A·F (m <sup>2</sup> )	Resultados	Tipos
E	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot U = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot F = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$	...
O	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot U = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot F = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$	...
S	H1/HUECO TIPO1	6,75	3,088	0,310	20,84	2,09	$\Sigma A = 20,55$	...
	H2/HUECO TIPO2	9,20	3,124	0,302	28,74	2,78	$\Sigma A \cdot U = 63,95$	...
	H3/HUECO TIPO3	2,85	3,100	0,307	8,84	0,88	$\Sigma A \cdot F = 6,26$	...
	H4/HUECO TIPO4	1,75	3,160	0,294	5,53	0,51	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3,11$	...
	...	...	...	...	...	...	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,30$	...
SE	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot U = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot F = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$	...
SO	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot U = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$\Sigma A \cdot F = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,00$	...
	...	...	...	...	...	...	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0,00$	...

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	C1	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA
----------------	----	---------------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{max}(proyeto)$ (1)	$U_{lim}(2)$
Muros de fachada	0,44	W 0,95
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,53	
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,48	W 0,65
Suelos	0,00	
Cubiertas	0,39	W 0,53
Vidrios de huecos y lucernarios	2,80	W 4,4
Marcos de huecos y lucernarios	4,00	
Medianerías	0,00	
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		W 1,2 W/m <sup>2</sup> K

MUROS DE FACHADA	
	$U_{lim}(4)$
N	0,44
E	0,44
O	0,44
S	0,44
SE	0,00
SO	0,00
	W 0,73

HUECOS				
	$U_{lim}(4)$	$U_{lim}(5)$	$F_{lim}(5)$	$F_{lim}(5)$
	0,00	4,4	0,00	-
	0,00	4,4	0,00	-
	0,00	4,4	0,30	-
	3,11	4,4	0,00	-
	0,00	4,4	0,00	-
	0,00	4,4	0,00	-

CERR. CONTACTO TERRENO	
$U_{lim}(4)$	$U_{lim}(4)$
0,42	≤ 0,73

SUELOS	
$U_{lim}(4)$	$U_{lim}(5)$
0,50	≤ 0,5

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS			
$U_{lim}(4)$	$U_{lim}(5)$	$F_{lim}(5)$	$F_{lim}(5)$
0,39	≤ 0,41	0,00	≤ 0,37

- (1)  $U_{max}(proyeto)$  corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
- (2)  $U_{lim}$  corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas,  $U_{max}(proyeto)$  de particiones interiores que limitan unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas mínimas no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales							
	$f_{rel} \geq f_{Rmin}$	$P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
MU1/MUR TIP	$f_{rel}$	0,89	$P_{sat,n}$	1071,24	1148,88	1185,57	2081,88	2218,59	2237,07	0,00
	$f_{Rmin}$	0,89	$p_n$	917,11	1029,39	1031,84	1331,08	1390,94	1402,17	0,00
CU1/ CUBIERT	$f_{rel}$	0,90	$P_{sat,n}$	1115,89	1175,08	1175,08	2188,81	2288,47	0,00	0,00
	$f_{Rmin}$	0,89	$p_n$	970,95	971,17	1401,22	1401,65	1402,17	0,00	0,00
...	$f_{rel}$	...	$P_{sat,n}$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{Rmin}$	...	$p_n$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{rel}$	...	$P_{sat,n}$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{Rmin}$	...	$p_n$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{rel}$	...	$P_{sat,n}$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{Rmin}$	...	$p_n$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{rel}$	...	$P_{sat,n}$	...	...	...	...	...	...	...
...	$f_{Rmin}$	...	$p_n$	...	...	...	...	...	...	...

### 3. EXIGENCIA BÁSICA HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

**EXIGENCIA BÁSICA 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. Esta exigencia se desarrolla en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Dado que la instalación térmica del edificio es inferior a 70 KW, el proyecto de instalación térmica se sustituirá por la documentación presentada por el instalador, con las condiciones que determina la instrucción técnica ITE 07.

El cumplimiento de esta exigencia se justifica en la Parte I del Proyecto de Ejecución: Memoria, apartado 5: Anexo 5.6.4.Instalaciones de Fontanería.

### 4. EXIGENCIA BÁSICA HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

**EXIGENCIA BÁSICA HE 3:** 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 un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

#### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Dado que el proyecto consiste en un edificio de nueva construcción con superficie útil mayor de 50 m<sup>2</sup>, entra dentro del ámbito de aplicación de la exigencia básica HE3.

#### 2. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Para la aplicación de esta sección se ha seguido la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

a) 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; en este caso, el VEEI límite es de 4,5.

b) definición de un sistema de control y de regulación que optimiza el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2;

El control de la iluminación artificial representa un ahorro de energía que obtendremos mediante:

- Aprovechamiento de la luz natural.
- No utilización del alumbrado sin la presencia de personas en el local.
- Uso de sistemas que permiten al usuario regular la iluminación.

c) definición de un plan de mantenimiento, que cumple con lo dispuesto en el apartado 5.



## Medidas adoptadas para el ahorro de energía de la instalación de iluminación

El DB-HE-3 en el apartado 2.2 establece que se disponga de sistemas de regulación y control.

El DB-HE-3, en el apartado 5 establece que "para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación".

El mantenimiento representa un ahorro de energía que obtendremos mediante:

- Limpieza de luminarias y de la zona iluminada.
- Reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento.
- Empleo de los sistemas de regulación y control descritos.

Las soluciones adoptadas para el ahorro de energía en la instalación de iluminación del edificio son las siguientes:

- Cada zona dispondrá de un sistema de encendido y apagado manual independiente.
- Se prevé el aprovechamiento de la luz natural mediante huecos al exterior.
- En tercer lugar, para el ahorro de energía, se ha dispuesto un mantenimiento que permitirá:
  - Conservar el nivel de iluminación requerido en el edificio.
  - No incrementar el consumo energético del diseño.

Esto se consigue mediante:

- Limpieza y repintado de las superficies interiores.
- Limpieza de luminarias.
- Sustitución de lámparas.

### 1. Conservación de superficies.

Las superficies que constituyen los techos, paredes, ventanas, o componentes de las estancias, como el mobiliario, serán conservados para mantener sus características de reflexión.

En cuanto sea necesario, debido al nivel de polvo o suciedad, se procederá a la limpieza de las superficies pintadas o alicatadas. En las pinturas plásticas se efectuará con esponjas o trapos humedecidos con agua jabonosa, en las pinturas al silicato pasando ligeramente un cepillo de nailon con abundante agua clara, y en las pinturas al temple se limpiará únicamente el polvo mediante trapos secos.

Cada 5 años, como mínimo, se revisará el estado de conservación de los acabados sobre yeso, cemento, derivados y madera, en interiores. Pero si, anteriormente a estos periodos, se aprecian anomalías o desperfectos, se efectuará su reparación.

Cada 5 años, como mínimo, se procederá al repintado de los paramentos por personal especializado, lo que redundará en un ahorro de energía.

## 2. Limpieza de luminarias.

La pérdida más importante del nivel de iluminación está causada por el ensuciamiento de la luminaria en su conjunto (lámpara + sistema óptico). Será fundamental la limpieza de sus componentes ópticos como reflectores o difusores; estos últimos, si son de plástico y se encuentran deteriorados, se sustituirán.

Se procederá a su limpieza general, como mínimo, 2 veces al año; lo que no excluye la necesidad de eliminar el polvo superficial una vez al mes. Realizada la limpieza observaremos la ganancia obtenida.

## 3. Sustitución de lámparas.

Hay que tener presente que el flujo de las lámparas disminuye con el tiempo de utilización y que una lámpara puede seguir funcionando después de la vida útil marcada por el fabricante pero su rendimiento lumen/vatio puede situarse por debajo de lo aconsejable y tendremos una instalación consumiendo más energía de la recomendada.

Un buen plan de mantenimiento significa tener en explotación una instalación que produzca un ahorro de energía, y para ello será necesario sustituir las lámparas al final de la vida útil indicada por el fabricante. Y habrá que tener en cuenta que cada tipo de lámpara (y en algunos casos según potencia) tiene una vida útil diferente.

El método de cálculo de las instalaciones de iluminación queda definido en la memoria del proyecto, en el anexo 5.6.3.

## 5. EXIGENCIA BÁSICA HE 4 : CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

**EXIGENCIA BÁSICA HE 4:** En esta fase del proyecto no se utiliza agua caliente sanitaria.

## 5. EXIGENCIA BÁSICA HE 5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**EXIGENCIA BÁSICA HE 5:** En los edificios que así se establezca en este CTE, se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red.

**Ámbito de aplicación:**

La edificación proyectada de uso deportivo no se encuentra dentro del ámbito de aplicación por el que sea exigible la contribución fotovoltaica de energía eléctrica, de acuerdo con la tabla 1.1, DB HE 5.

Rodeiro, octubre 2013

Fdo: Javier Andres Leira Otero | ARQUITECTO