

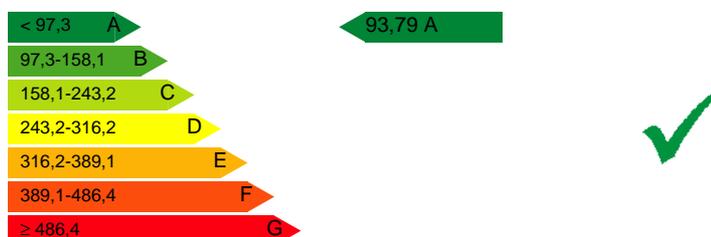
1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	2
1.1.- Calificación energética del edificio.....	2
1.2.- Resultados mensuales.....	2
1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.....	2
1.2.2.- Resultados numéricos del consumo energético por zona habitable y mes.....	3
2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	3
2.1.- Zonificación climática.....	3
2.2.- Demanda energética del edificio.....	3
2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.....	3
2.2.2.- Demanda energética de ACS.....	4
2.3.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.....	4
2.4.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.....	4

# Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

## 1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

### 1.1.- Calificación energética del edificio

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B (Real Decreto 235/2013, de 5 de abril)



\*Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m<sup>2</sup>·año]

Mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, publicado en el Boletín Oficial del Estado nº 89 de 13 de abril de 2013, se aprobó el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios. Con el fin de facilitar el cumplimiento de las exigencias de dicho Real Decreto, se crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética que se definen en su artículo 3 como: "documentos técnicos sin carácter reglamentario, que cuenten con el reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y del Ministerio de Fomento."

Aunque CYPE Ingenieros ha iniciado los trámites para incluir el programa CYPETHERM HE Plus como documento reconocido para la certificación de eficiencia energética, debe tener en cuenta que la calificación de la eficiencia energética obtenida con CYPETHERM HE Plus no es válida mientras el programa no sea reconocido conjuntamente por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, así como incluido en el Registro General por la Secretaría de Estado de Energía.

### 1.2.- Resultados mensuales.

#### 1.2.1.- Consumo energético anual del edificio.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh·año) (kWh/m <sup>2</sup> ·año)		
EDIFICIO (S <sub>u</sub> = 441.11 m <sup>2</sup> ; V = 1497.59 m <sup>3</sup> )															
Demanda energética	Calefacción	2471.4	1271.0	744.3	138.7	35.0	--	--	--	--	741.6	2385.7	7787.7	17.7	
	Refrigeración	--	--	--	--	402.1	2425.5	3786.3	3964.3	2847.2	212.6	--	--	13637.9	30.9
	ACS	561.5	507.1	539.9	501.6	496.7	449.3	431.9	442.7	449.3	507.5	522.5	561.5	5971.4	13.5
	<b>TOTAL</b>	<b>3032.9</b>	<b>1778.1</b>	<b>1284.2</b>	<b>640.2</b>	<b>933.8</b>	<b>2874.8</b>	<b>4218.2</b>	<b>4407.0</b>	<b>3296.5</b>	<b>720.1</b>	<b>1264.1</b>	<b>2947.1</b>	<b>27397.1</b>	<b>62.1</b>
Electricidad (f <sub>cep</sub> = 2.368)	EF <sub>cal</sub>	1155.7	640.5	383.7	93.8	19.8	--	--	--	--	384.3	1115.1	3792.8	8.6	
	EP <sub>cal</sub>	2736.8	1516.7	908.5	222.0	46.8	--	--	--	--	910.1	2640.5	8981.4	20.4	
	EP <sub>ref</sub>	2258.4	1251.6	749.7	183.2	38.6	--	--	--	--	751.0	2178.9	7411.5	16.8	
	EF <sub>ref</sub>	7.8	5.1	4.1	2.6	109.7	559.7	864.7	906.1	655.3	62.0	3.2	7.1	3187.3	7.2
	EP <sub>ref</sub>	18.5	12.0	9.7	6.2	259.8	1325.3	2047.6	2145.6	1551.8	146.8	7.5	16.8	7547.6	17.1
	EP <sub>ref,nc</sub>	15.3	9.9	8.0	5.1	214.4	1093.6	1689.7	1770.5	1280.5	121.2	6.2	13.9	6228.3	14.1
	EF <sub>acs</sub>	299.5	270.5	287.9	267.5	264.9	239.6	230.3	236.1	239.6	270.7	278.6	299.5	3184.8	7.2
	EP <sub>acs</sub>	709.1	640.5	681.8	633.4	627.3	567.5	545.5	559.1	567.5	640.9	659.8	709.1	7541.5	17.1
	EP <sub>ref,acs</sub>	585.2	528.5	562.7	522.7	517.6	468.3	450.1	461.4	468.3	528.9	544.5	585.2	6223.3	14.1
	EP <sub>cal</sub>	33.6	3.7	0.7	0.2	0.0	--	--	--	--	--	0.8	16.0	55.0	0.1
EP <sub>cal</sub>	39.7	4.3	0.9	0.2	0.0	--	--	--	--	--	1.0	18.9	65.0	0.1	
EP <sub>ref,cal</sub>	39.6	4.3	0.9	0.2	0.0	--	--	--	--	--	1.0	18.8	64.8	0.1	
Gasóleo C (f <sub>cep</sub> = 1.182)	EF <sub>ref</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	EP <sub>ref</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	EP <sub>ref,ref</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	EF <sub>acs</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	EP <sub>acs</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	EP <sub>ref,acs</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
	C <sub>ef,tot</sub>	1496.6	919.7	676.4	364.1	394.4	799.3	1095.0	1142.2	894.9	332.7	667.0	1437.6	10219.9	23.2
	C <sub>ep</sub>	3504.1	2173.6	1600.9	861.9	933.9	1892.7	2593.1	2704.7	2119.2	787.8	1578.4	3385.3	24135.6	54.7
C <sub>ep,ref</sub>	2898.4	1794.4	1321.2	711.3	770.7	1561.9	2139.8	2231.9	1748.8	650.1	1302.7	2796.8	19927.9	45.2	

donde:

S<sub>u</sub>: Superficie habitable del edificio, m<sup>2</sup>.

V: Volumen neto habitable del edificio, m<sup>3</sup>.

f<sub>cep</sub>: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

EF: Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.

EP: Consumo energético de energía primaria, kWh.

EP<sub>nr</sub>: Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.

C<sub>ef,tot</sub>: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/m<sup>2</sup>·año.

C<sub>ep</sub>: Consumo energético total de energía primaria, kWh/m<sup>2</sup>·año.

C<sub>ep,ref</sub>: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/m<sup>2</sup>·año.

# Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

## 1.2.2.- Resultados numéricos del consumo energético por zona habitable y mes.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh-año)	(kWh/m <sup>2</sup> -año)
Oficinas (S <sub>u</sub> = 441.11 m <sup>2</sup> ; V = 1497.59 m <sup>3</sup> )															
Demanda energética	Calefacción	2471.4	1271.0	744.3	138.7	35.0	--	--	--	--	--	741.6	2385.7	7787.7	17.7
	Refrigeración	--	--	--	--	402.1	2425.5	3786.3	3964.3	2847.2	212.6	--	--	13637.9	30.9
	ACS	561.5	507.1	539.9	501.6	496.7	449.3	431.9	442.7	449.3	507.5	522.5	561.5	5971.4	13.5
	TOTAL	3032.9	1778.1	1284.2	640.2	933.8	2874.8	4218.2	4407.0	3296.5	720.1	1264.1	2947.1	27397.1	62.1
Consumo energético	Calefacción	2470.3	1272.5	745.6	138.6	35.0	--	--	--	--	--	741.9	2386.9	7790.9	17.7
	Refrigeración	--	--	--	--	401.9	2433.0	3801.0	3983.1	2857.5	212.6	--	--	13689.1	31.0
	ACS <sub>sol</sub>	336.9	304.3	323.9	300.9	298.0	269.6	259.1	265.6	269.6	304.5	313.5	336.9	3582.9	8.1
	ACS <sub>sis</sub>	224.6	202.9	216.0	200.6	198.7	179.7	172.8	177.1	179.7	203.0	209.0	224.6	2388.6	5.4
	TOTAL	3031.8	1779.7	1285.5	640.1	933.6	2882.3	4232.9	4425.8	3306.9	720.1	1264.4	2948.4	27451.4	62.2

donde:

- S<sub>u</sub>: Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- V: Volumen neto de la zona habitable, m<sup>3</sup>.
- ACS<sub>sol</sub>: Energía solar útil aportada, kWh.
- ACS<sub>sis</sub>: Energía útil aportada por el sistema, kWh.

## 2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

### 2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de Madrid (provincia de Madrid), con una altura sobre el nivel del mar de 655 m. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática D3.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

### 2.2.- Demanda energética del edificio.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.

#### 2.2.1.- Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas realizada con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>cal</sub> (kWh-año)	D <sub>ref</sub> (kWh/m <sup>2</sup> -año)	D <sub>cal</sub> (kWh/m <sup>2</sup> -año)	D <sub>ref</sub> (kWh/m <sup>2</sup> -año)
Oficinas	441.11	7787.7	17.7	13637.9	30.9
	441.11	7787.7	17.7	13637.9	30.9

donde:

- S<sub>u</sub>: Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- D<sub>cal</sub>: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh-año.
- D<sub>ref</sub>: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>-año.

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

### 2.2.2.- Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia definida en la zona, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	$Q_{ACS}$ (l/día)	$T_{ref}$ (°C)	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{ACS}$ (kWh/año)	$D_{ACS}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	% <sub>AS</sub> (%)	$D_{ACS,sys}$ (kWh/año)	$D_{ACS,sys}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Oficinas	300.0	60.0	441.11	5971.4	13.5	60.0	2388.6	5.4
	300.0		441.11	5971.4	13.5		2388.6	5.4

donde:

- $Q_{ACS}$ : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.
- $T_{ref}$ : Temperatura de referencia, °C.
- $S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- $D_{ACS}$ : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/m<sup>2</sup>·año.
- %<sub>AS</sub>: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.
- $D_{ACS,sys}$ : Demanda energética de ACS cubierta por el sistema, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 2.3.- Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE0.

Vector energético	$C_{ef,total}$ (kWh/año)	$C_{ef,total}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	$f_{cep}$	$C_{ep,nr}$ (kWh/año)	$C_{ep,nr}$ (kWh/m <sup>2</sup> ·año)
Electricidad	10164.9	23.0	2.368	19863.0	45.0
Gasóleo C	55.0	0.1	1.182	64.8	0.1

donde:

- $C_{ef,total}$ : Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/m<sup>2</sup>·año.
- $f_{cep}$ : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
- $C_{ep,nr}$ : Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/m<sup>2</sup>·año.

### 2.4.- Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;

## Justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético

- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.