

## **Demanda energética**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. RESULTADOS MENSUALES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Balance energético anual del edificio.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. Evolución de la temperatura.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....</b>	<b>6</b>
<b>3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Agrupaciones de recintos.....</b>	<b>7</b>

# Demanda energética

## 1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de 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	$S_u$	$D_{cal}$		$D_{ref}$	
	(m <sup>2</sup> )	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)	(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> ·año)
día	100.48	8220.12	81.81	1067.39	10.62
noche	89.57	4837.36	54.01	840.99	9.39
Zona común	14.52	936.68	64.49	160.85	11.07
	<b>204.58</b>	13994.16	<b>68.41</b>	2069.24	<b>10.11</b>

donde:

$S_u$ : Superficie útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.

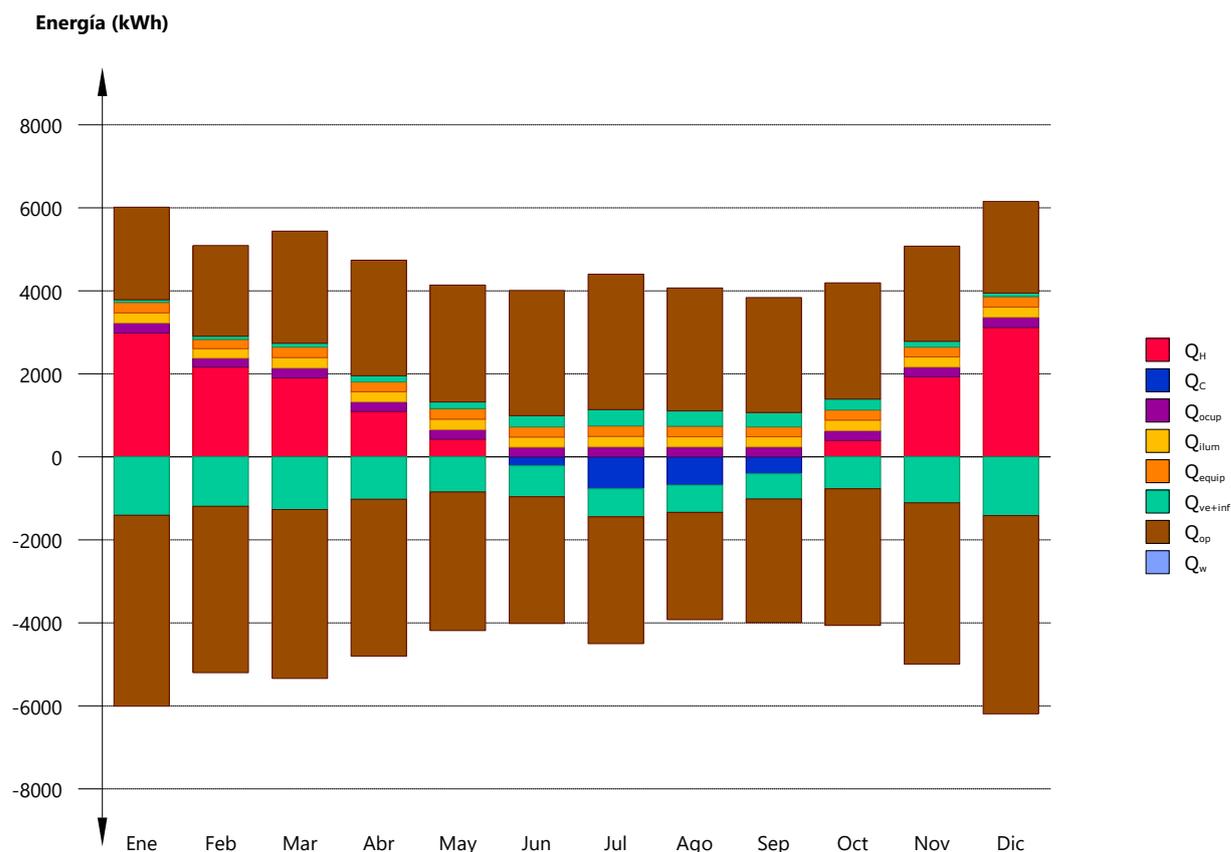
$D_{cal}$ : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$D_{ref}$ : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

## 2. RESULTADOS MENSUALES.

### 2.1. Balance energético anual del edificio.

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros ( $Q_{op}$  y  $Q_w$ , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones ( $Q_{ve+inf}$ ), la ganancia de calor interna debida a la ocupación ( $Q_{ocup}$ ), a la iluminación ( $Q_{lum}$ ) y al equipamiento interno ( $Q_{equip}$ ), así como el aporte necesario de calefacción ( $Q_H$ ) y refrigeración ( $Q_C$ ).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de

# Demanda energética

cálculo, y negativos para la energía extraída.

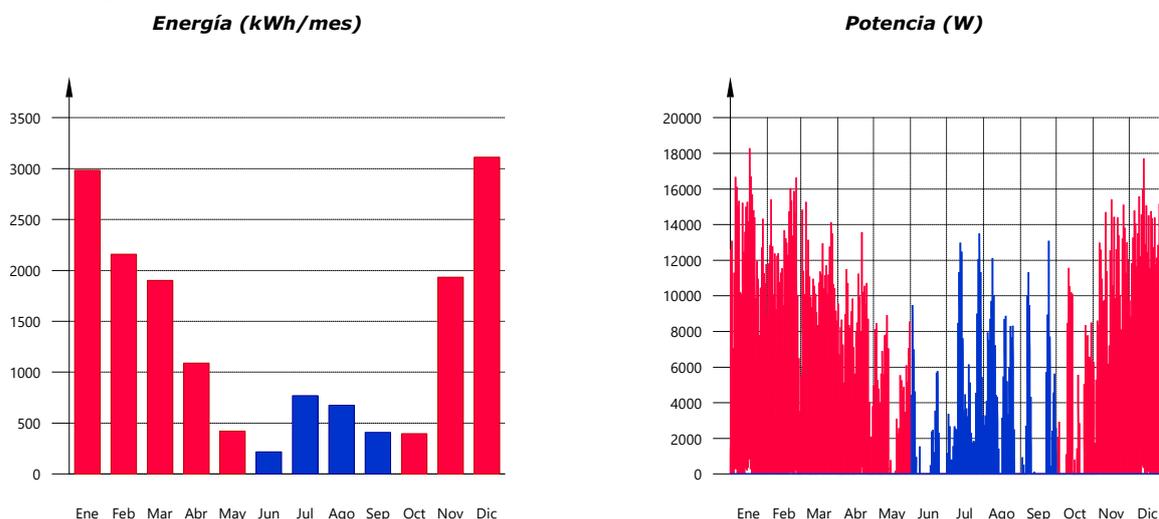
	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> -año)
<b>Balance energético anual del edificio.</b>														
$Q_{op}$	2232.7	2187.5	2694.1	2779.5	2817.5	3017.5	3260.9	2960.2	2766.4	2801.8	2285.2	2211.1	-11388.45	-55.67
$Q_{ve+inf}$	-4595.4	-4008.1	-4070.1	-3771.9	-3340.9	-3054.8	-3048.5	-2584.1	-2973.8	-3294.0	-3882.9	-4778.4	-9320.28	-45.56
$Q_{equip}$	251.1	226.8	251.1	243.0	251.1	243.0	251.1	251.1	243.0	251.1	243.0	251.1	2956.94	14.45
$Q_{illum}$	251.1	226.8	251.1	243.0	251.1	243.0	251.1	251.1	243.0	251.1	243.0	251.1	2956.94	14.45
$Q_{ocup}$	235.7	216.4	240.3	233.9	235.7	233.9	240.3	235.7	238.4	235.7	229.3	244.9	2819.99	13.78
$Q_H$	<b>2985.2</b>	<b>2160.2</b>	<b>1900.8</b>	<b>1088.7</b>	<b>420.2</b>	--	--	--	--	<b>395.2</b>	<b>1931.5</b>	<b>3112.3</b>	<b>13994.16</b>	<b>68.41</b>
$Q_C$	--	--	--	--	--	<b>-215.8</b>	<b>-768.7</b>	<b>-674.9</b>	<b>-410.0</b>	--	--	--	<b>-2069.24</b>	<b>-10.11</b>
$Q_{HC}$	<b>2985.2</b>	<b>2160.2</b>	<b>1900.8</b>	<b>1088.7</b>	<b>420.2</b>	<b>215.8</b>	<b>768.7</b>	<b>674.9</b>	<b>410.0</b>	<b>395.2</b>	<b>1931.5</b>	<b>3112.3</b>	<b>16063.40</b>	<b>78.52</b>

donde:

- $Q_{op}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_w$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_{ve+inf}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_{equip}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_{illum}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_{ocup}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_H$ : Energía aportada de calefacción, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_C$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>-año.
- $Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>-año.

## 2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



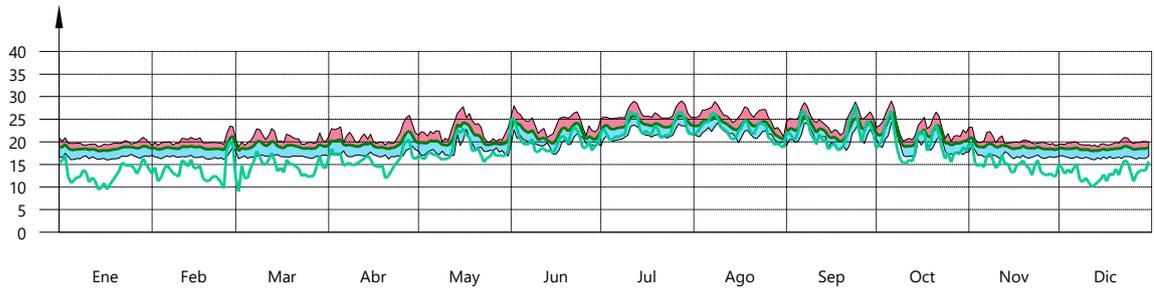
## 2.3. Evolución de la temperatura.

La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

# Demanda energética

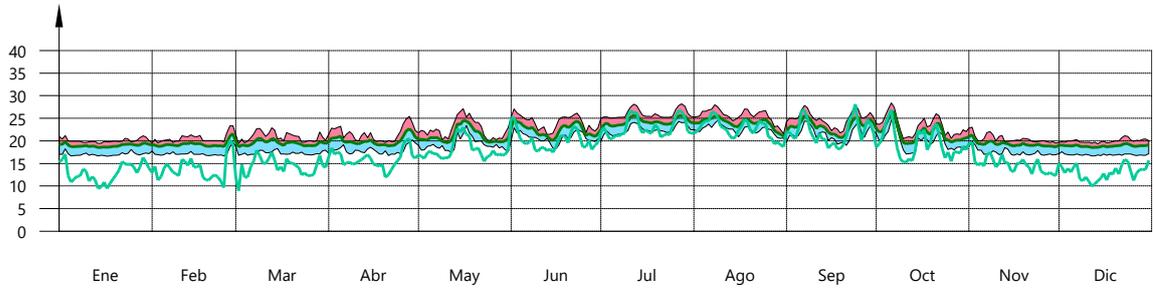
**dia**

Temperatura (°C)



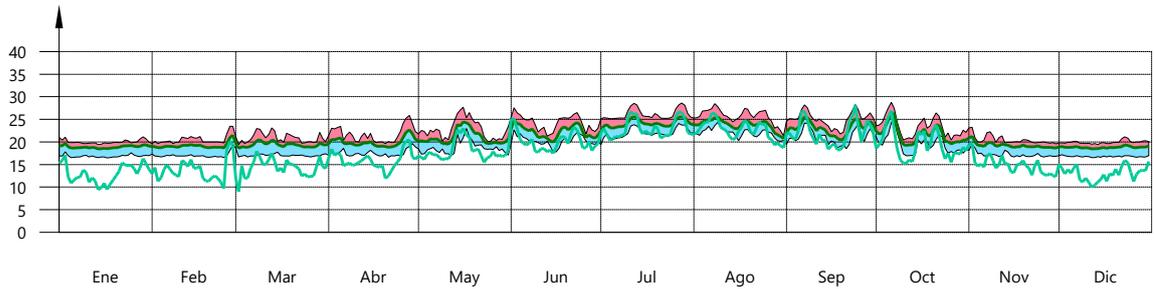
**noche**

Temperatura (°C)



**Zona común**

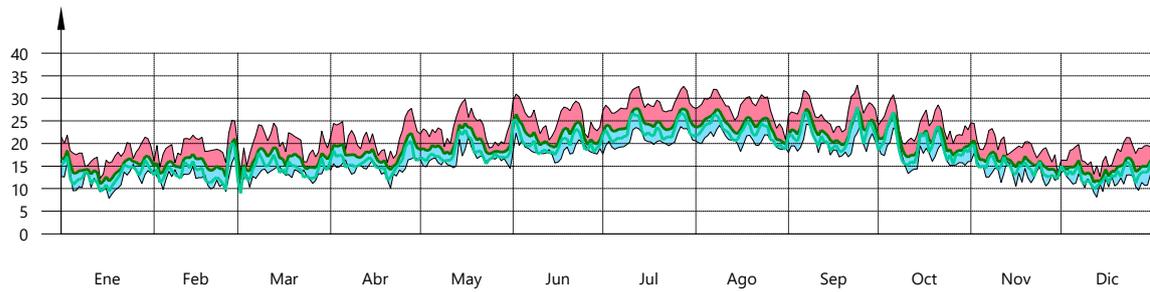
Temperatura (°C)



**trastero**

# Demanda energética

Temperatura (°C)



## 2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)												(kWh/año)	(kWh/m <sup>2</sup> -año)
<b>dia</b> ( $A_v = 100.48 \text{ m}^2$ ; $V = 301.46 \text{ m}^3$ )														
$Q_{op}$	1007.7	1008.9	1292.8	1403.6	1477.7	1597.6	1742.5	1576.7	1464.3	1444.5	1106.8	992.0	-7406.29	-73.71
	-2476.7	-2157.6	-2211.8	-2052.6	-1847.8	-1657.2	-1666.3	-1422.6	-1594.0	-1776.1	-2099.6	-2559.1		
$Q_{ve+inf}$	15.4	25.5	35.4	57.4	66.1	116.9	171.3	161.5	150.9	105.0	50.2	24.8	-4055.04	-40.36
	-641.2	-533.1	-557.2	-438.8	-348.8	-296.1	-267.2	-260.2	-237.6	-317.5	-492.8	-644.9		
$Q_{equip}$	123.4	111.4	123.4	119.4	123.4	119.4	123.4	123.4	119.4	123.4	119.4	123.4	1452.35	14.45
$Q_{illum}$	123.4	111.4	123.4	119.4	123.4	119.4	123.4	123.4	119.4	123.4	119.4	123.4	1452.35	14.45
$Q_{occup}$	115.8	106.3	118.0	114.9	115.8	114.9	118.0	115.8	117.1	115.8	112.6	120.3	1385.09	13.78
$Q_H$	<b>1736.8</b>	<b>1273.2</b>	<b>1125.8</b>	<b>649.8</b>	<b>261.1</b>	--	--	--	--	<b>245.8</b>	<b>1127.1</b>	<b>1800.6</b>	<b>8220.12</b>	<b>81.81</b>
$Q_C$	--	--	--	--	--	<b>-115.6</b>	<b>-395.1</b>	<b>-342.5</b>	<b>-214.2</b>	--	--	--	<b>-1067.39</b>	<b>-10.62</b>
$Q_{HC}$	<b>1736.8</b>	<b>1273.2</b>	<b>1125.8</b>	<b>649.8</b>	<b>261.1</b>	<b>115.6</b>	<b>395.1</b>	<b>342.5</b>	<b>214.2</b>	<b>245.8</b>	<b>1127.1</b>	<b>1800.6</b>	<b>9287.52</b>	<b>92.43</b>

**noche** ( $A_v = 89.57 \text{ m}^2$ ;  $V = 268.71 \text{ m}^3$ )

$Q_{op}$	1151.7	1101.5	1306.3	1288.3	1254.6	1327.5	1399.5	1276.7	1220.3	1288.9	1111.3	1154.6	-3942.66	-44.02
	-1948.9	-1725.6	-1744.5	-1638.9	-1442.9	-1367.6	-1354.4	-1128.2	-1339.2	-1449.7	-1649.4	-2034.7		
$Q_{ve+inf}$	13.0	22.0	30.8	51.2	58.4	100.7	152.5	141.9	131.6	92.9	44.3	21.5	-3892.76	-43.46
	-582.8	-488.2	-518.0	-416.2	-340.9	-298.5	-261.2	-258.9	-238.8	-311.9	-453.9	-584.3		
$Q_{equip}$	110.0	99.3	110.0	106.4	110.0	106.4	110.0	110.0	106.4	110.0	106.4	110.0	1294.66	14.45
$Q_{illum}$	110.0	99.3	110.0	106.4	110.0	106.4	110.0	110.0	106.4	110.0	106.4	110.0	1294.66	14.45
$Q_{occup}$	103.2	94.8	105.2	102.4	103.2	102.4	105.2	103.2	104.4	103.2	100.4	107.2	1234.70	13.78
$Q_H$	<b>1047.7</b>	<b>742.6</b>	<b>649.3</b>	<b>367.2</b>	<b>131.2</b>	--	--	--	--	<b>122.6</b>	<b>674.8</b>	<b>1102.0</b>	<b>4837.36</b>	<b>54.01</b>
$Q_C$	--	--	--	--	--	<b>-82.1</b>	<b>-313.4</b>	<b>-280.5</b>	<b>-165.0</b>	--	--	--	<b>-840.99</b>	<b>-9.39</b>
$Q_{HC}$	<b>1047.7</b>	<b>742.6</b>	<b>649.3</b>	<b>367.2</b>	<b>131.2</b>	<b>82.1</b>	<b>313.4</b>	<b>280.5</b>	<b>165.0</b>	<b>122.6</b>	<b>674.8</b>	<b>1102.0</b>	<b>5678.35</b>	<b>63.39</b>

**Zona común** ( $A_v = 14.52 \text{ m}^2$ ;  $V = 43.57 \text{ m}^3$ )

$Q_{op}$	4.2	5.1	9.3	10.5	10.4	19.8	44.9	38.6	22.7	8.8	6.0	3.7	-783.90	-53.97
	-165.5	-122.1	-110.4	-75.4	-46.4	-23.2	-21.4	-23.0	-28.2	-55.3	-121.2	-175.6		
$Q_{ve+inf}$	2.2	3.7	5.1	8.3	9.5	16.8	25.1	23.6	22.0	15.4	7.3	3.6	-614.55	-42.31
	-93.8	-78.4	-82.9	-66.4	-54.2	-46.7	-40.9	-40.3	-37.2	-49.1	-72.8	-94.2		
$Q_{equip}$	17.8	16.1	17.8	17.3	17.8	17.3	17.8	17.8	17.3	17.8	17.3	17.8	209.93	14.45
$Q_{illum}$	17.8	16.1	17.8	17.3	17.8	17.3	17.8	17.8	17.3	17.8	17.3	17.8	209.93	14.45
$Q_{occup}$	16.7	15.4	17.1	16.6	16.7	16.6	17.1	16.7	16.9	16.7	16.3	17.4	200.21	13.78
$Q_H$	<b>200.7</b>	<b>144.4</b>	<b>125.8</b>	<b>71.6</b>	<b>27.9</b>	--	--	--	--	<b>26.8</b>	<b>129.7</b>	<b>209.8</b>	<b>936.68</b>	<b>64.49</b>

# Demanda energética

	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)	
<b>Q<sub>C</sub></b>	--	--	--	--	--	<b>-18.1</b>	<b>-60.2</b>	<b>-51.8</b>	<b>-30.8</b>	--	--	--	<b>-160.85</b>	<b>-11.07</b>
<b>Q<sub>HC</sub></b>	<b>200.7</b>	<b>144.4</b>	<b>125.8</b>	<b>71.6</b>	<b>27.9</b>	<b>18.1</b>	<b>60.2</b>	<b>51.8</b>	<b>30.8</b>	<b>26.8</b>	<b>129.7</b>	<b>209.8</b>	<b>1097.53</b>	<b>75.57</b>

trastero ( $A_r = 53.79 \text{ m}^2$ ;  $V = 161.36 \text{ m}^3$ )

<b>Q<sub>op</sub></b>	69.1	72.0	85.6	77.1	74.8	72.6	73.9	68.3	59.1	59.6	61.0	60.8	744.40	13.84
<b>Q<sub>ve+inf</sub></b>	-4.3	-2.8	-3.4	-4.9	-3.8	-6.8	-6.3	-10.3	-12.4	-12.9	-12.6	-9.1	-757.92	-14.09
<b>Q<sub>equip</sub></b>	27.4	25.3	25.5	31.6	29.4	37.8	43.7	45.2	43.4	42.4	38.4	35.6	0.00	0.00
<b>Q<sub>ilum</sub></b>	-92.8	-94.4	-109.9	-104.6	-100.6	-104.9	-111.3	-105.6	-91.0	-91.2	-89.4	-88.0	0.00	0.00
<b>Q<sub>ocup</sub></b>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

$A_r$ : Superficie útil de la zona térmica, m<sup>2</sup>.

$V$ : Volumen interior neto de la zona térmica, m<sup>3</sup>.

$Q_{op}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_w$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ve+inf}$ : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{equip}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ilum}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{ocup}$ : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{it}$ : Energía aportada de calefacción, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_c$ : Energía aportada de refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

$Q_{HC}$ : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m<sup>2</sup>·año.

## 3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

### 3.1. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio.

	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	ren <sub>h</sub> (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{equip,l}$ (kWh/año)	$\Sigma Q_{ilum}$ (kWh/año)	T <sup>o</sup> calef. media (°C)	T <sup>o</sup> refrig. media (°C)
<b>dia (Zona habitable)</b>										
salon comedor cocina	100.48	301.46	67.00	1385.08	639.27	1452.36	--	1452.36	19.0	26.0
	<b>100.48</b>	<b>301.46</b>	<b>67.00/1.36*</b>	<b>1385.08</b>	<b>639.27</b>	<b>1452.36</b>	<b>--</b>	<b>1452.36</b>	<b>19.0</b>	<b>26.0</b>

<b>noche (Zona habitable)</b>										
hab 1	9.35	28.06	67.00	128.95	59.52	135.22	--	135.22	19.0	26.0
hab 2	9.50	28.50	67.00	130.96	60.44	137.32	--	137.32	19.0	26.0
hab 3	9.36	28.07	67.00	128.98	59.53	135.25	--	135.25	19.0	26.0
hab 4	9.30	27.89	67.00	128.17	59.15	134.39	--	134.39	19.0	26.0
hab princ	34.50	103.50	67.00	475.53	219.47	498.62	--	498.62	19.0	26.0
huéspedes	17.56	52.69	67.00	242.11	111.74	253.87	--	253.87	19.0	26.0
	<b>89.57</b>	<b>268.71</b>	<b>67.00/1.36*</b>	<b>1234.70</b>	<b>569.86</b>	<b>1294.67</b>	<b>--</b>	<b>1294.67</b>	<b>19.0</b>	<b>26.0</b>

<b>Zona común (Zona habitable)</b>										
baño 1	3.99	11.97	67.00	55.02	25.40	57.70	--	57.70	19.0	26.0
baño 2	3.53	10.59	67.00	48.64	22.45	51.01	--	51.01	19.0	26.0
baño 3	3.53	10.59	67.00	48.67	22.46	51.03	--	51.03	19.0	26.0
aseo 1	1.66	4.98	67.00	22.86	10.55	23.97	--	23.97	19.0	26.0
aseo 2	1.81	5.44	67.00	25.01	11.54	26.23	--	26.23	19.0	26.0
	<b>14.52</b>	<b>43.57</b>	<b>67.00/1.36*</b>	<b>200.21</b>	<b>92.40</b>	<b>209.93</b>	<b>--</b>	<b>209.93</b>	<b>19.0</b>	<b>26.0</b>

# Demanda energética

	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	ren <sub>h</sub> (1/h)	ΣQ <sub>ocup,s</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>ocup,l</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>equip,s</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>equip,l</sub> (kWh/año)	ΣQ <sub>ilum</sub> (kWh/año)	T <sup>°</sup> calef. media (°C)	T <sup>°</sup> refriger. media (°C)
<b>trastero</b> (Zona no habitable)										
trastero 1	2.89	8.68	1.00	--	--	--	--	--		
trastero 2	6.21	18.64	1.00	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
cochera	44.68	134.04	1.00	--	--	--	--	--		
	<b>53.79</b>	<b>161.36</b>	<b>1.00</b>	--	--	--	--	--		

donde:

- S: Superficie útil interior del recinto, m<sup>2</sup>.
- V: Volumen interior neto del recinto, m<sup>3</sup>.
- ren<sub>h</sub>: Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- \*: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- Q<sub>ocup,s</sub>: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q<sub>ocup,l</sub>: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q<sub>equip,s</sub>: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q<sub>equip,l</sub>: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q<sub>ilum</sub>: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T<sup>°</sup> calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T<sup>°</sup> refriger. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.