

Proyecto Erasmus+ ID: 2023-1-ES01-KA220-HED-000156652

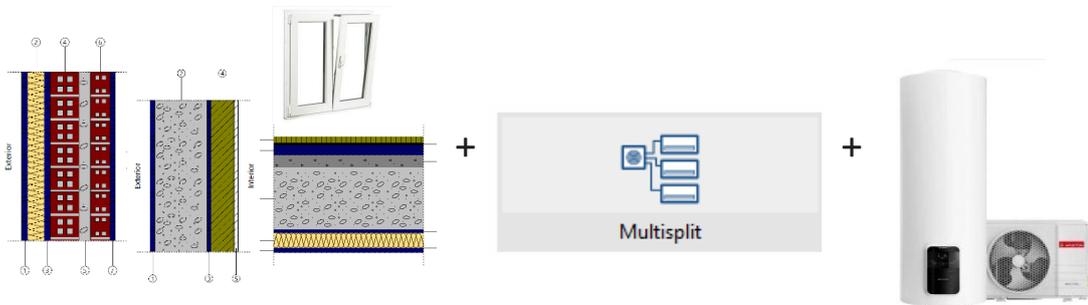
Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión Europea y las agencias nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.

Caso de estudio español

Parte II: Análisis de las medidas de mejora

3.9. Resultados del caso II. Consumo energético y calificación energética de las alternativas para mejorar el edificio.

- Caso 3: Mejora 1 del caso 1 de la situación inicial. Envoltente mejorada 6 cm. Aislamiento + ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón + sistema multisplit de expansión directa H&AC + bomba de calor para agua caliente sanitaria.**



(Fachada muro medianero cubierta)

(Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	1092,34	9,39	1513,58	13,01	601,66	5,17
Refrigeración	380,28	3,27	900,52	7,74	743,06	6,38
DHW	2268,50	19,49	3137,72	26,96	1241,61	10,67
	3741,11	32,15	5551,83	47,71	2586,34	22,22
Requisitos de la norma española kWh/m ² ·año			< 80,00		< 55,00	

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m².

EF: Energía final consumida por los servicios técnicos en el punto de consumo.

EP_{tot} Consumo total de energía primaria.

:

EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.

:

Consumo final de energía del edificio. Resultados mensuales.

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	338,9	226,1	173,1	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,0	9,2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,7	9,9
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	547,5	414,5	377,4	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,4	478,6	4481,1	38,5
Electricidad	Calefacción	96,1	64,3	49,4	6,2	3,5	0,6	1,6	1,9	0,9	--	6,8	76,7	307,9	2,6
	Refrigeración	0,7	0,5	0,4	0,0	0,0	45,0	119,5	145,8	67,9	--	0,0	0,6	380,3	3,3



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
DHW	58,4	52,8	57,2	54,1	53,5	49,5	48,8	47,6	48,4	52,5	54,3	58,4	635,4	5,5
Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Calefacción	249,9	166,6	127,2	15,3	8,9	--	--	--	--	--	17,5	199,0	784,4	6,7
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medio ambiente														
DHW	150,2	135,6	147,1	139,0	137,5	127,2	125,3	122,3	124,3	134,9	139,4	150,2	1633,1	14,0
Cef _{total}	555,3	419,8	381,4	214,6	203,5	222,3	295,1	317,6	241,4	187,4	218,0	484,8	3741,1	32,1

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

$C_{ef,total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clase energética del edificio: Caso 3. Mejora 1 del caso 1.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
----------------------	----	-----	---------------------

1. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 3,77 A	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0,88	1,81
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	1,08	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO ₂ procedentes del consumo eléctrico	3,76	438,13
Emisiones de CO ₂ procedentes de otros combustibles	0	0

3. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 22,22 A	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	ACS Energía primaria [kWh/m ² ·año]
	5,17	10,67
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
	6,39	-

5. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

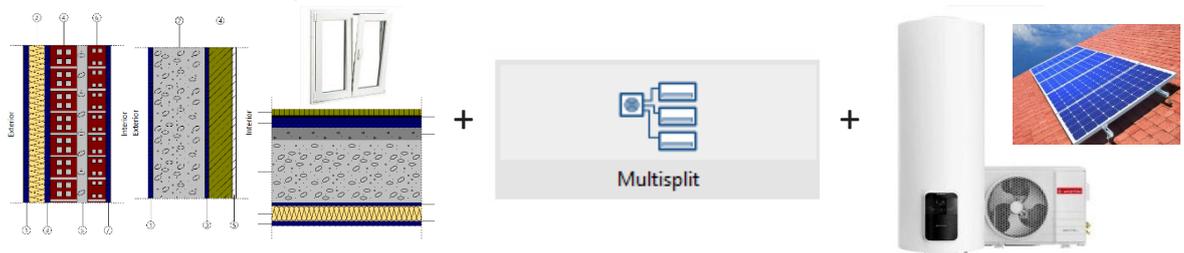
La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.

5.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<p>9,15 A</p>	<p>9,86 A</p>
6. Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.

- **Caso 4: Mejora 2 del caso 1 de la situación inicial.** Envoltente mejorada 6 cm. Insulación + ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón+ . Sistema de expansión directa multisplit H&AC + bomba de calor para agua caliente sanitaria + . Paneles fotovoltaicos. (Caso 3 + paneles fotovoltaicos)



(Fachada muro medianero tejado)

(Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. U= 1,7 W/m²·K)

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO (S_u = 116,38 m²)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	1092,34	9,39	1092,30	9,39	--	--
Refrigeración	380,28	3,27	380,32	3,27	--	--
DHW	2268,50	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3741,11	32,15	3741,13	32,15	--	--

Requisitos de la norma española
kWh/m²·año
donde:

< 80,00 OK! kWh/m²·año < 55,00 OK!

S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en el punto de consumo.

EP_{tot} Consumo total de energía primaria.

:

EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.

:

Consumo final de energía del edificio. Resultados mensuales.

		Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
EDIFICIO (S _u = 116,38 m ²)															
Demanda energética	Calefacción	338,9	226,1	173,1	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,0	9,2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,7	9,9
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	547,5	414,5	377,4	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,4	478,6	4481,1	38,5
Electricidad	Calefacción	96,1	64,3	49,4	6,2	3,5	0,6	1,6	1,9	0,9	--	6,8	76,7	307,9	2,6
	Refrigeración	0,7	0,5	0,4	0	0	45,0	119,5	145,8	67,9	--	0,0	0,6	380,3	3,3
	DHW	58,4	52,8	57,2	54,1	53,5	49,5	48,8	47,6	48,4	52,5	54,3	58,4	635,4	5,5
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medio ambiente	Calefacción	249,9	166,6	127,2	15,3	8,9	--	--	--	--	--	17,5	199,0	784,4	6,7



	Enero (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 ² ·año)
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DHW	150,2	135,6	147,1	139,0	137,5	127,2	125,3	122,3	124,3	134,9	139,4	150,2	1633,1	14,0
C _{ef,total}	555,3	419,8	381,4	214,6	203,5	222,3	295,1	317,6	241,4	187,4	218,0	484,8	3741,1	32,1

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

$C_{ef,total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clase energética del edificio: Caso 4. Mejora 2 del caso 1.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
----------------------	----	-----	---------------------

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

1.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 0,00 A	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0	-

2.

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

	kgCO ₂ / m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO ₂ procedentes del consumo eléctrico	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ procedentes de otros combustibles	0	0,00

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

3.

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

4.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 0,00 A	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para aguas sanitarias [kWh/m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
	0	-

CLASIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

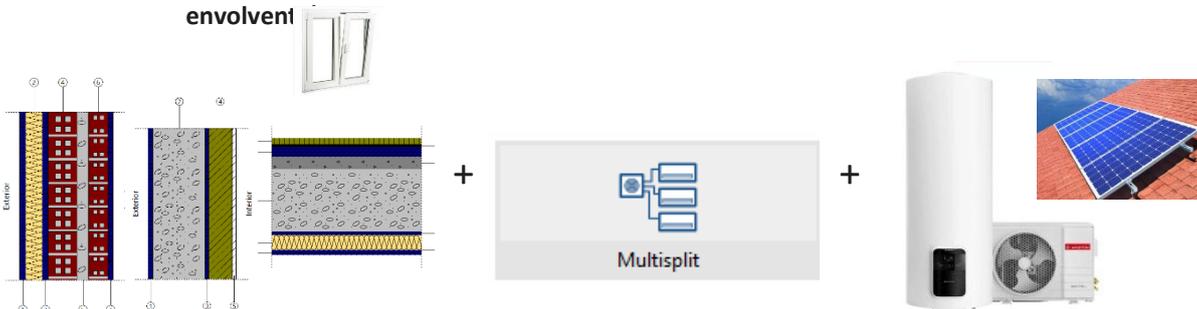
La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.



DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
5. Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.

- **Caso 5: Mejora 3 del caso 1 de la situación inicial. Envoltente mejorada 10 cm. Insolación+ Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón+ Sistema multisplit de expansión directa H&AC + bomba de calor para agua caliente sanitaria + paneles fotovoltaicos. (Caso 4 pero con 10 cm de capa aislante en la envoltente)**



(Fachada muro medianero cubierta)

(Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

(Caso 4 pero con 10 cm de capa aislante en el cerramiento).

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	748,17	6,43	748,18	6,43	--	--
Refrigeración	365,77	3,14	365,77	3,14	--	--
Aguas sanitarias	2268,50	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3382,44	29,06	3382,46	29,07	--	--
Requisitos de la norma española				< 80,00 OK!	kWh/m ² ·año	< 55,00 OK!

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m².

EF: Energía final consumida por los servicios técnicos en el punto de consumo.

EP_{tot} Consumo total de energía primaria.

:

EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.

:

Consumo final de energía del edificio. Resultados mensuales.

		Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	245,4	162,3	123,8	6,4	3,5	--	--	--	--	--	4,8	181,4	727,7	6,3
	Refrigeración	--	--	--	--	--	130,5	343,7	427,4	202,6	--	--	--	1104,3	9,5
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	454,0	350,7	328,2	199,5	194,5	307,2	517,9	597,3	375,2	187,4	198,5	390,0	4100,5	35,2
Electricidad	Calefacción	70,1	46,4	35,7	1,9	1,0	0,6	1,5	1,8	0,9	--	1,4	51,9	213,4	1,8
	Refrigeración	0,5	0,3	0,3	0	0	42,7	114,2	140,2	67,1	--	0,0	0,4	365,8	3,1



	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
DHW	78,4	70,8	76,8	72,6	71,8	66,4	65,5	63,9	64,9	70,5	72,8	78,4	852,8	7,3
Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Calefacción	180,6	119,4	90,8	4,6	2,6	--	--	--	--	--	3,5	133,4	534,8	4,6
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Medio ambiente														
DHW	130,2	117,6	127,5	120,5	119,2	110,3	108,7	106,0	107,7	117,0	120,9	130,2	1415,7	12,2
Cef _{total}	459,8	354,6	331,0	199,6	194,6	219,9	289,9	311,9	240,7	187,4	198,6	394,3	3382,4	29,1

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

$C_{ef,total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clase energética del edificio: Caso 5. Mejora 3 del caso 1.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
----------------------	----	-----	---------------------

1. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	A	C
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	A	-
	0	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO ₂ procedentes del consumo eléctrico	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ procedentes de otros combustibles	0	0,00

3. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	ACS Energía primaria [kWh/m ² ·año]
	A	E
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
	A	-
	0	-

5. CLASIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.

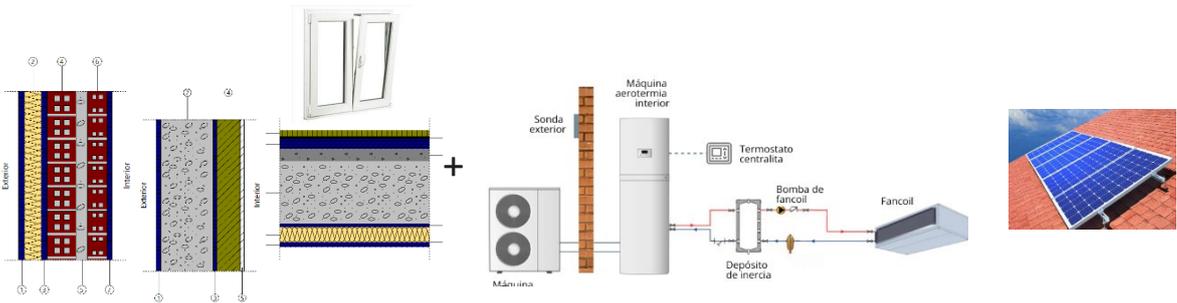
5.



DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
6. Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.

- **Caso 6: Mejora 4 del caso 1 de la situación inicial. Envoltente mejorada 6 cm. Insulación+ Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón+ H&AC y ACS Aerotérmica con fan coils + Paneles fotovoltaicos**



(Fachada muro medianero tejado) Sistema aerotérmico con fan coils
 (Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. U= 1,7 W/m²·K)

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO (S_u = 116,38 m²)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	1065,16	9,15	1065,19	9,15	--	--
Refrigeración	258,28	2,22	258,24	2,22	--	--
DHW	2268,52	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3591,95	30,87	3591,94	30,86	--	--
Requisitos de la norma española kWh/m ² ·año				< 80,00 OK!	kWh/m ² ·año	<55,00 OK!

donde:

- S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m².
- EF: Energía final consumida por los servicios técnicos en el punto de consumo.
- EP_{tot} Consumo total de energía primaria.
- :
- EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.
- :

Consumo final de energía del edificio. Resultados mensuales.

		Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
EDIFICIO (S _u = 116,38 m ²)															
Demanda energética	Calefacción	338,9	226,1	173,1	21	12,1	--	--	--	--	--	23,8	270,0	1065,1	9,2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	136,2	361,3	445,3	204,9	--	--	--	1147,6	9,9
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	547,5	414,5	377,5	214,1	203,2	312,9	535,4	615,2	377,5	187,4	217,5	478,6	4481,2	38,5
Electricidad	Calefacción	86,2	57,0	43,8	5,4	2,9	0,4	1,1	1,3	0,6	--	6,0	68,1	272,8	2,3
	Refrigeración	0,7	0,5	0,4	0,1	0	26,5	83,0	97,4	49,0	--	0,1	0,6	258,3	2,2
	DHW	47,3	42,7	46,3	43,8	43,3	40,1	39,5	38,5	39,1	42,5	43,9	47,3	514,4	4,4
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



	Enero (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 ² ·año)
Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Calefacción	251,7	168,4	128,7	15,6	9,2	--	--	--	--	--	17,7	201,1	792,3	6,8
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DHW	161,3	145,7	158,0	149,3	147,7	136,6	134,6	131,4	133,5	144,9	149,8	161,3	1754,1	
C_{ef,total}	547,2	414,3	377,2	214,1	203,2	203,6	258,2	268,6	222,2	187,4	217,5	478,4	3592,0	30,9

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

$C_{ef,total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clase energética del edificio: Caso 6. Mejora 4 del caso 1.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
-----------------------------	----	------------	---------------------

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

1.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 0,00 A	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0	-

2.

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

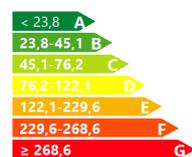
	kgCO ₂ / m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO ₂ procedentes del consumo eléctrico	0,00	0,00
Emisiones de CO ₂ procedentes de otros combustibles	0	0,00

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

3.

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

4.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
 0,00 A	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	ACS Energía primaria [kWh/m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
	0	-

CLASIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

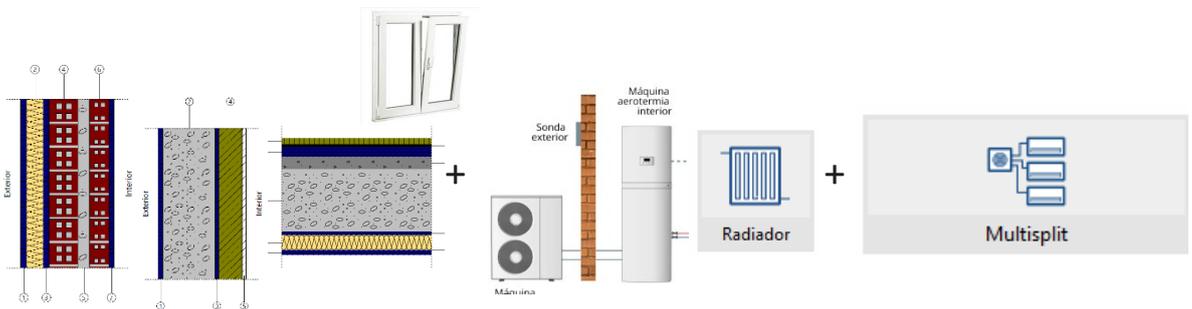
La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.

5.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
6. Demanda de calefacción [kWh/m²·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.

- **Caso 7: Mejora 1 del caso 2 de la situación inicial.** Envoltente mejorada 6 cm. Insulación + **Aerotérmica** con radiadores **para calefacción y ACS+** . Refrigeración con sistema multisplit de expansión directa.



(Fachada muro medianero tejado) + Sistema de calefacción aerotérmica con radiadores + Sistema de aire acondicionado por expansión directa.
(Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m²·año)	(kWh/año)	(kWh/m²·año)	(kWh/año)	(kWh/m²·año)
Calefacción	1074,53	9,23	1428,16	12,27	505,19	4,34
Refrigeración	308,59	2,65	730,72	6,28	602,94	5,18
DHW	2268,52	19,49	2969,10	25,51	1000,60	8,60
	3651,64	31,38	5127,98	44,06	2108,73	18,12

Requisitos de la norma española donde: $< 80,00 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$ **OK!** $\< 55,00 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{año}$

S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m^2 .

EF: Energía final consumida por los servicios técnicos en el punto de consumo.

EP_{tot} Consumo total de energía primaria.

:

EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.

:

Consumo final de energía del edificio. Resultados mensuales.

		Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m²·año)											
EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	339	226,2	173,1	21,2	12,2	--	--	--	--	--	24,0	270,1	1065,8	9,2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	136,5	361,7	445,6	205,1	--	--	--	1148,8	9,9
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	547,6	414,6	377,5	214,3	203,2	313,2	535,8	615,5	377,7	187,4	217,7	478,7	4483,2	38,5
Electricidad	Calefacción	79,9	52,9	40,5	5,0	2,8	1,0	2,7	3,2	1,6	--	5,6	63,2	258,5	2,2
	Refrigeración	0	0,0	0,0	0,0	--	36,7	97,3	119,0	55,6	--	0,0	0,0	308,6	2,7
	DHW	47,1	42,5	46,1	43,6	43,1	39,9	39,3	38,4	39,0	42,3	43,7	47,1	512,1	4,4



	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)											
Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Calefacción	259,2	173,3	132,6	16,2	9,4	--	--	--	--	--	18,3	206,9	816,0	7
Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DHW	161,5	145,9	158,2	149,5	147,9	136,8	134,8	131,6	133,7	145,1	150,0	161,5	1756,4	15,1
C_{ef,total}	547,7	414,7	377,6	214,3	203,2	214,4	274,0	292,1	229,8	187,4	217,7	478,7	3651,6	31,4

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

$C_{ef,total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clasificación energética del edificio: Caso 7. Mejora 1 del caso 2.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
----------------------	----	-----	---------------------

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

1.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0,74	1,46
	A	C
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
0,88	A	-

2.

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO ₂ procedentes del consumo eléctrico	3,07	357,21
Emisiones de CO ₂ procedentes de otros combustibles	0	0

CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

3.

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

4.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	ACS Energía primaria [kWh/m ² ·año]
	4,34	8,6
	A	E
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
5,18	A	-

CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

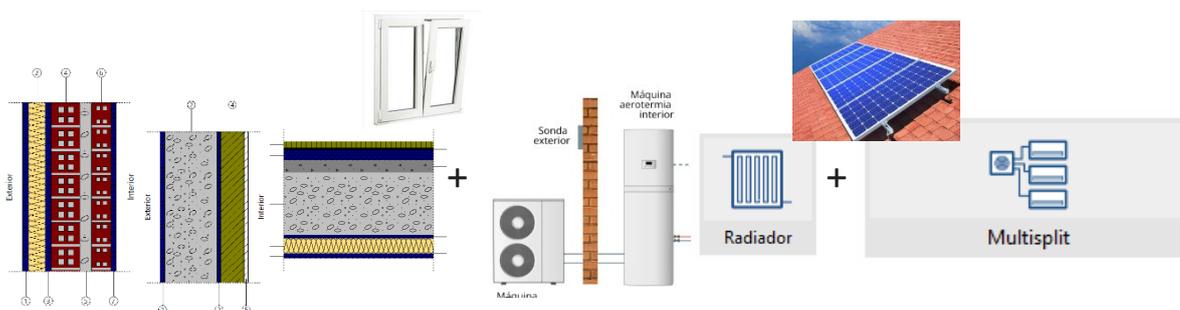
La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.

5.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
6. Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.

- **Caso 8: Mejora 2 del caso 2 de la situación inicial.** Envoltente mejorada 6 cm. Aislamiento + Aerotérmica con radiadores para calefacción y ACS+ . Refrigeración con sistema multisplit de expansión directa + . Paneles fotovoltaicos.



(Fachada muro medianero tejado) + Sistema de calefacción aerotérmica con radiadores + Sistema de refrigeración multisplit de expansión directa.

(Ventanas de PVC con doble acristalamiento y gas argón. $U = 1,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

(Caja 7+ paneles fotovoltaicos)

Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

EDIFICIO ($S_u = 116,38 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	1074,53	9,23	1074,50	9,23	--	--
Refrigeración	308,59	2,65	308,63	2,65	--	--
DHW	2268,52	19,49	2268,51	19,49	--	--
	3651,64	31,38	3651,64	31,38	--	--
Requisitos de la norma española kWh/m ² ·año				< 80,00 OK!	kWh/m ² ·año	< 55,00 OK!

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envoltente térmica, m².

EF: Energía final consumida por los servicios técnicos en el punto de consumo.

EP_{tot} Consumo total de energía primaria.

:

EP_{nren} Consumo de energía primaria de origen no renovable.

:



Consumo energético final del edificio. Resultados mensuales.

		Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh/año)												
EDIFICIO (S_u = 116,38 m²)															
Demanda energética	Calefacción	339	226,2	173,1	21,2	12,2	--	--	--	--	--	24,0	270,1	1065,8	9,2
	Refrigeración	--	--	--	--	--	136,5	361,7	445,6	205,1	--	--	--	1148,8	9,9
	DHW	208,6	188,4	204,4	193,1	191,0	176,7	174,1	169,9	172,6	187,4	193,7	208,6	2268,5	19,5
	TOTAL	547,6	414,6	377,5	214,3	203,2	313,2	535,8	615,5	377,7	187,4	217,7	478,7	4483,2	38,5
Electricidad	Calefacción	79,9	52,9	40,5	5,0	2,8	1,0	2,7	3,2	1,6	--	5,6	63,2	258,5	2,2
	Refrigeración	0	0,0	0,0	0,0	--	36,7	97,3	119,0	55,6	--	0,0	0,0	308,6	2,7
	DHW	47,1	42,5	46,1	43,6	43,1	39,9	39,3	38,4	39,0	42,3	43,7	47,1	512,1	4,4
	Ventilación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Control de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	127,0	95,4	86,6	81,6	45,9	77,6	137,0	157,7	106,2	80,7	51,3	110,3	1189,5	10,2
Medio ambiente	Calefacción	259,2	173,3	132,6	16,2	9,4	--	--	--	--	--	18,3	206,9	816,0	7
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	DHW	161,5	145,9	158,2	149,5	147,9	136,8	134,8	131,6	133,7	145,1	150,0	161,5	1756,4	15,1
	C_{ef,total}	547,7	414,7	377,6	214,3	203,2	214,4	274,0	292,1	229,8	187,4	217,7	478,7	3651,6	31,4

donde:

S_u : Superficie habitable incluida en la envolvente térmica, m².

C_{ef,total} : Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.

Clase energética del edificio: Caso 8. Mejora 2 del caso 2.

Zona climática (eq.)	B3	Uso	Residencial privado
----------------------	----	-----	---------------------

1. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas calientes sanitarias
	Emisiones de calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] ⁽¹⁾	Emisiones de refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	Emisiones de iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
0	0	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como resultado de su consumo energético.

	kgCO ₂ / m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones de CO2 procedentes del consumo eléctrico	0,00	0,00
Emisiones de CO2 procedentes de otros combustibles	0	0,00

3. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

La energía primaria no renovable es la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación.

4.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	Aguas sanitarias
	Energía primaria para calefacción [kWh/m ² ·año]	Aguas sanitarias Energía primaria [kWh/m ² ·año]
	0	0
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
Consumo mundial de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ⁽¹⁾	Energía primaria para refrigeración [kWh/m ² ·año]	Energía primaria para iluminación [kWh/m ² ·año]
0	0	-



	0	-	
--	----------	---	--

CLASIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética para calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones de confort interior del edificio.

5.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<p> < 9,7 A 9,7-18,4 B 18,4-31,1 C 31,1-49,9 D 49,9-83,6 E 83,6-102,8 F ≥ 102,8 G </p> <p style="text-align: center;">9,16 A</p>	<p> < 10,0 A 10,0-14,3 B 14,3-20,4 C 20,4-29,7 D 29,7-36,7 E 36,7-45,1 F ≥ 45,1 G </p> <p style="text-align: center;">9,87 A</p>
6. Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año]

1 El indicador global es el resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador de consumo auxiliar, si lo hay (solo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc.). La electricidad autoconsumida solo se deduce del indicador global, no de los valores parciales.



3.10. Análisis de los resultados. Emisiones, consumo energético y calificación energética de los casos

Comparación de resultados

Consumo final de energía (kWh/m²·año). Parte I

Servicios técnicos	Caso 1	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
	Situación inicial 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Calefacción	55,93	9,39	9,39	6,43	9,15
Refrigeración	4,07	3,27	3,27	3,14	2,22
DHW	64,18	19,49	19,49	19,49	19,49
	124,19	32,15	32,15	29,06	30,87

Leyenda

BIS: situación inicial del edificio

Imp 1 - Mejora 1: Mejora de la envolvente térmica (capa aislante de 6 cm) Ventanas de doble acristalamiento con +

Imp 2 - Mejora 2: Bomba de calor para agua caliente sanitaria

Imp 3 - Mejora 3: Paneles fotovoltaicos

Imp 4 - Mejora 4: Sistema de calefacción y refrigeración aerotérmica con fancoils

Imp 5 - Mejora 5: Sistema de calefacción aerotérmica y agua caliente sanitaria (para radiadores)

Imp 6 - Mejora 6: Envolvente térmica mejorada con 10 cm de capa aislante y ventanas de doble acristalamiento + .

Consumo energético final (kWh/m²·año). Parte II

Servicios técnicos	Caso 2	Caso 7	Caso 8
	Situación inicial 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Calefacción	68,63	9,2	9,23
Refrigeración	4,55	2,65	2,65
Aguas sanitarias	24,37	19,49	19,49
	97,54	31,38	31,38

Consumo total de energía primaria (kWh/m²·año) Parte I

Servicios técnicos	Caso 1	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
	Situación inicial 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Calefacción	76,12	13,01	9,39	6,43	9,15
Refrigeración	9,64	7,74	3,27	3,14	2,22
DHW	151,99	26,96	19,49	19,49	19,49
	237,75	47,71	32,15	29,07	30,86

Leyenda

BIS: situación inicial del edificio

Imp 1 - Mejora 1: Mejora de la envolvente térmica (capa aislante de 6 cm) Ventanas de doble acristalamiento con +

Imp 2 - Mejora 2: Bomba de calor para agua caliente sanitaria

Imp 3 - Mejora 3: Paneles fotovoltaicos



Imp 4 - Mejora 4: Sistema de calefacción y refrigeración aerotérmica con fancoils

Imp 5 - Mejora 5: Sistema de calefacción aerotérmica y agua caliente sanitaria (para radiadores)

Imp 6 - Mejora 6: Envoltente térmica mejorada con 10 cm de capa aislante y ventanas de doble acristalamiento + .

Consumo total de energía primaria (kWh/m²·año) Parte II

Servicios técnicos	Caso 2	Caso 7	Caso 8
	Situación inicial 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Calefacción	82,76	12,27	9,2
Refrigeración	10,77	6,28	2,65
DHW	29,12	25,51	19,49
	122,65	44,06	31,38

Consumo de energía primaria de origen no renovable (kWh/m²·año) Parte I

Servicios técnicos	Caso 1	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
	Situación inicial 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
Calefacción	28,84	5,17	0	0	0
Refrigeración	7,95	6,38	0,00	0,00	0
DHW	125,42	10,67	0,00	0,00	0,00
	162,21	22,22	0,00	0,00	0,00
Clasificación energética	E	A	A	A	A

Leyenda

BIS - Situación inicial del edificio

Imp 1 - Mejora 1: Mejora de la envoltente térmica (capa aislante de 6 cm) Ventanas de doble acristalamiento +

Imp 2- Mejora 2: Bomba de calor para agua caliente sanitaria

Imp 3- Mejora 3: Paneles fotovoltaicos

Imp 4 - Mejora 4: Sistema de calefacción y refrigeración aerotérmica con fancoils

Imp 5 - Mejora 5: Sistema de calefacción aerotérmica y agua caliente sanitaria (para radiadores)

Imp 6 - Mejora 6: Envoltente térmica mejorada con 10 cm de capa aislante y ventanas de doble acristalamiento +

Consumo de energía primaria de origen no renovable (kWh/m²·año) Parte II

Servicios técnicos	Caso 2	Caso 7	Caso 8
	Situación inicial 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
Calefacción	81,84	4,34	0
Refrigeración	8,89	5,18	0,00
Aguas sanitarias	29,00	8,60	0,00
	119,73	18,12	0,00
Clase energética	D	A	A


Emisiones del edificio (kgCO₂/m²·año) Parte I

Servicios técnicos	Caso 1	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
	Situación inicial 1	Imp 1+Imp 2	Imp 1+Imp 2+Imp 3	Imp 6+Imp 2+ Imp 3	Imp 1+ Imp 3+ Imp 4
CO ₂ procedente de la electricidad	27,48	3,7	0	0	0
CO ₂ procedente de otros combustibles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	27,48	3,76	0,00	0,00	0,00
Clase energética	D	A	A	A	A

Legenda

BIS - Situación inicial del edificio

Imp 1 - Mejora 1: Mejora de la envolvente térmica (capa aislante de 6 cm) Ventanas de doble acristalamiento +

Imp 2- Mejora 2: Bomba de calor para agua caliente sanitaria

Imp 3- Mejora 3: Paneles fotovoltaicos

Imp 4 - Mejora 4: Sistema de calefacción y refrigeración aerotérmica con fancoils

Imp 5 - Mejora 5: Sistema de calefacción aerotérmica y agua caliente sanitaria (para radiadores)

Imp 6 - Mejora 6: Envolvente térmica mejorada con 10 cm de capa aislante y ventanas de doble acristalamiento +

Emisiones del edificio (kgCO₂/m²·año) Parte II

Servicios técnicos	Caso 2	Caso 7	Caso 8
	Situación inicial 2	Imp 1+Imp 5	Imp 1+Imp 3+Imp 5
CO ₂ procedente de la electricidad	1,7	3,0	0
CO ₂ procedente de otros combustibles	23,19	0,00	0,00
	24,92	3,07	0,00
Clase energética	D	A	A