

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de la Energía

Rehabilitación Térmica Optimizada de Edificio
Terciario

Autor: José María González Serrano

Tutor: José Luis Molina Félix

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de la Energía

Rehabilitación Térmica Optimizada de Edificio Terciario

Autor:

José María González Serrano

Tutor:

José Luis Molina Félix

Catedrático de Universidad

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022

Trabajo Fin de Grado: Rehabilitación Térmica Optimizada de Edificio Terciario

Autor: José María González Serrano

Tutor: José Luis Molina Félix

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

A mis maestros

Agradecimientos

Primeramente, me gustaría transmitir agradecimiento a mi familia, la cual ha confiado en mí y me ha dado la oportunidad económica de estudiar este grado.

Por otra parte, a todas las personas que he conocido y me han ayudado en esta etapa, tantos amigos como compañeros de piso. Los cuales me han permitido crecer como persona, sin su ayuda nunca lo hubiera conseguido y es lo más importante que me llevo de todos estos años.

Por último, agradecer a mi tutor José Luis Molina Félix por darme la oportunidad de poder realizar este proyecto, así como su constante apoyo, permitiéndome de este modo profundizar aún más en los conocimientos asociados a la especialidad de Ahorro y Eficiencia Energética.

José María González Serrano

Sevilla, 2022

Resumen

En este Trabajo Fin de Grado se realiza un estudio que contempla la rehabilitación energética de un edificio del sector terciario. El objetivo es cumplir con todos los indicadores energéticos presentes en el actual Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, dando como resultado una elevada calificación energética. Para la cual, se consideran medidas que afecten tanto a la envolvente térmica del edificio como a sus instalaciones de climatización y luminarias, incluyendo la instalación de energía solar fotovoltaica.

En primer lugar, se efectúa un estudio energético de la situación inicial del edificio anterior a la implementación de las mejoras. Para ello, el edificio se modela mediante la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC).

A continuación, se adopta de forma individual las mejoras consideradas, obteniendo el ahorro energético de cada una de ellas, que ligado al estudio económico asociado a los costes de ciclo de vida, darán como resultado el conjunto de medidas óptimas que se realizarán finalmente en el edificio.

Abstract

In this Final Degree Project, a study is carried out that contemplates the energy rehabilitation of a building in the tertiary sector. The objective is to comply with all the energy indicators present in the Basic Energy Saving Document of the Technical Building Code, resulting in a high energy rating. For which, measures that affect both the thermal envelope of the building and its air conditioning and lighting installations, including the installation of photovoltaic solar energy, are considered.

In the first place, an energy study of the initial situation of the building prior to the implementation of the improvements is carried out. For this, the building was modeled using the Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC).

Next, the improvements considered are adopted individually, obtaining the energy savings of each of them, which, linked to the economic study associated with the life cycle costs, will result in the set of optimal measures that will finally be carried out in the building.

Índice

Agradecimientos	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
1 Antecedentes	1
1.1 <i>Motivación del proyecto</i>	1
1.2 <i>El cambio climático</i>	1
1.3 <i>Principales cumbres climáticas</i>	2
2 Descripción del edificio	3
2.1 <i>Localización geográfica</i>	3
2.2 <i>Zona climática</i>	3
2.3 <i>Orientación del edificio</i>	4
2.4 <i>Geometría y partes del edificio</i>	5
3 Caso base del edificio de estudio	9
3.1 <i>Calidades constructivas</i>	9
3.2 <i>Calidad del aire</i>	13
3.3 <i>Equipos de climatización y agua caliente sanitaria</i>	14
3.3.1 <i>Sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria</i>	14
3.3.2 <i>Equipo de refrigeración</i>	17
4 Certificación energética del caso base	19
4.1 <i>HE-1 Condiciones para el control de la demanda energética</i>	19
4.2 <i>HE-0 Limitación del consumo energético</i>	20
4.3 <i>HE-4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y HE-5 Generación mínima de energía eléctrica</i>	21
4.4 <i>Resultados de demanda, consumos y emisiones CO₂</i>	21
4.5 <i>Resultados de la calificación energética.</i>	22
5 Mejoras para cumplir la normativa	23
5.1 <i>Mejoras en la transmitancia térmica de la envuelta</i>	23
5.1.1 <i>Cálculo óptimo del asilamiento</i>	23
5.2 <i>Luminaria</i>	28

5.2.1	Valores de eficiencia energética de la instalación	29
5.2.2	Potencia máxima instalada	29
5.2.3	Sistemas de control y regulación	30
5.2.4	Sistemas de aprovechamiento de luz natural	30
5.3	<i>Equipos de agua caliente sanitaria</i>	30
5.3.1	Caldera de condensación por gas e instalación termo solar	31
5.3.2	Caldera de biomasa	33
5.3.3	Bomba de calor	33
5.4	<i>Equipos de climatización</i>	34
5.4.1	Sistema con volumen de refrigeración variable	34
6	Mejoras elegidas según el estudio económico	36
6.1	<i>Mejora de la envolvente</i>	37
6.2	<i>Mejora de los equipos</i>	38
7	Calificación y comparación energética	40
7.1	<i>Normas HE-1 y HE-0</i>	40
7.2	<i>Certificación energética</i>	41
8	Referencias	43
9	Anexos	45
9.1	<i>Planos</i>	45
9.2	<i>Cargas térmicas</i>	48
9.3	<i>Presupuestos</i>	55
9.3.1	Desmontajes	55
9.3.2	Huecos	57
9.3.3	Mejoras envolvente	60
9.3.4	Luminarias	63
9.3.5	Agua caliente sanitaria	63
9.3.6	Refrigeración	67
9.3.7	Unidades interiores	70
9.3.8	Instalación fotovoltaica	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.4-1. Distribución de espacios en planta baja.	5
Tabla 2.4-2. Distribución de espacios en la primera planta.	6
Tabla 2.4-3. Distribución de espacios en la segunda planta.	7
Tabla 3.2-1. Caudales de aire por personas según IDA. Fuente: [14]	13
Tabla 3.2-2. Clases de filtración. Fuente [14]	14
Tabla 3.3-1. Demanda de referencia de agua caliente sanitaria. Fuente: [13]	15
Tabla 5.1-1. Resistencia térmicas superficiales. Fuentes: [13]	24
Tabla 5.1-2. Resultados de las transmitancias.	25
Tabla 5.1-3. Espesor para cumplir la norma HE-1.	25
Tabla 5.1-4. Mejora puentes térmicos.	27
Tabla 5.1-5. Irradiación solar media acumulada. Fuente [13]	27
Tabla 5.1-6. Área solar sur equivalente del caso base.	27
Tabla 5.1-7. Área solar sur equivalente del caso optimo.	28
Tabla 5.2-1. Valor límite de la eficiencia energética de la instalación. Fuente:[13]	29
Tabla 5.2-2. Luxes segun la instancia	29
Tabla 5.2-3. Potencia máxima por superficie iluminada. Fuente [13]	30
Tabla 6.1-1. Propuestas de mejora de la envuelta.	37
Tabla 6.1-2. Resultados de las propuestas de la envuelta.	37
Tabla 6.1-3. Resultados de las combinaciones de la envuelta	38
Tabla 6.2-1. Propuestas equipos climatización.	38
Tabla 6.2-2. Resultados economicos de las propuestas.	38
Tabla 7.2-1. Calificación energética del edificio en emisiones de la situación mejorada.	41
Tabla 7.2-2. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable de la situación mejorada.	41
Tabla 7.2-3. Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración de la situación mejorada.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1-1. Situación del edificio de estudio. Fuente: [12]	3
Figura 2.3-1. Imagen del edificio con rosa de los vientos.	4
Figura 3.1-1. Composición tipo "muro".	9
Figura 3.1-2. Composición tipo "cerramiento horizontal".	10
Figura 3.1-3. Composición tipo "cerramiento singular".	10
Figura 3.1-4. Composición tipo "medianería".	11
Figura 3.1-5. Composición tipo "suelo en contacto con el terreno".	11
Figura 3.1-6. Composición tipo "partición interior horizontal".	12
Figura 3.1-7. Composición tipo "hueco/ventana".	12
Figura 3.1-8. Composición tipo "hueco/puerta".	13
Figura 4.1-1. Comprobación HE-1.	19
Figura 5.1-1. Capas del sistema sate. Fuente: [15]	24
Figura 5.1-2. Representación de un vidrio doble. Fuente: [16]	26
Figura 5.3-1. Comparación de pérdidas en caldera de distinta clase. Fuente: [19]	31
Figura 5.3-2. Cubiertas del edificio.	31
Figura 5.3-3. Esquema de la instalación termo solar. Fuente: Asignatura Energías Renovables.	32
Figura 5.3-4. Resultados obtenidos en Cheq4.2.	32
Figura 5.3-5. Esquema bomba de calor. Fuente: [21]	33
Figura 6.2-1. Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica fotovoltaica.	39
Figura 7.1-1. Resultados HE-1.	40
Figura 7.1-2. Resultados HE-0.	40
Figura 7.1-3. Resultado HE-4.	40

1 ANTECEDENTES

1.1 Motivación del proyecto

El presente trabajo viene motivado por la necesidad de reducir el consumo energético, desde dos puntos de vista: el punto de vista ecológico y el de la dependencia energética.

El requisito de cumplir los objetivos determinados en la Conferencia de París sobre el Clima (COP21), limitando el calentamiento global a 2°C, ya que si se supera este valor se producirían consecuencias irreversibles.

Por otro lado, la Guerra Ruso-ucraniana ha mostrado el elevado riesgo de la dependencia energética exterior y de los combustibles fósiles. De igual manera, la actual situación de los elevados precios de la energía exige acelerar la transición energética en un corto periodo de plazo, estableciendo medidas de ahorro y eficiencia e implementando la utilización de energías renovables.

El actual parque de edificios consume aproximadamente un 30% de la energía final, resultando ser un gran consumidor de energía y emisor de gases contaminantes, por lo que resulta primordial la rehabilitación energética de los edificios, mejorando su eficiencia y por consiguiente reduciendo el consumo. Así mismo, el gobierno español ha implementado como medida prioritaria el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, en el que se establece el objetivo de rehabilitar energéticamente 5 millones de metros cuadrados para 2030 [1].

1.2 El cambio climático

Para comprender la totalidad de este proyecto es necesario centrarse en el cambio climático, de manera que se pueda explicar la importancia del ahorro de energía y el freno a la contaminación del planeta. El cambio climático hace referencia a la variación global del clima terrestre, el cual puede ser producido de manera natural o provocado por el ser humano.

La principal consecuencia es el calentamiento global que se define como la acumulación de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, dando lugar a un incremento de la temperatura del planeta. Los gases que originan estas subidas de temperaturas son el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el hidrofluorocarburos, el perfluorocarburos y el hexafluoruro de azufre. De esta manera, el calentamiento global está directamente relacionado con los distintos periodos de enfriamiento y calentamiento que ocurren en el planeta [2].

Cabe destacar que existe una diferencia entre los cambios climáticos que se dan lugar hoy en día a los que se dieron en el pasado, ya que inicialmente eran causados de manera natural y se caracterizaban por ser periodos más lentos, mientras que actualmente están originado por la acción del hombre y son periodos más cortos [3].

Sea cual sea la causa se han detectado cambios drásticos en el clima desde hace millones de años, tal y como lo afirman algunos científicos como Grubb o Sebenius, los cuales defienden que son constituidos por ciclos naturales. Sin embargo, hay estudios enfocados en el siglo XX sobre este fenómeno que afirman que sin la actividad humana la temperatura de la Tierra sería ligeramente más baja que la que existe actualmente.

En cuanto a estos datos mencionados, es relevante entender que el calentamiento global tiene sus inicios en 1840, es decir a comienzos de la revolución industrial, momento en el que surgió el descubrimiento y uso de combustibles fósiles, al igual que la explotación intensiva de los recursos minerales. Por lo tanto, la deforestación y la contaminación han sido, entre otros, los principales causantes de este fenómeno [4].

1.3 Principales cumbres climáticas

A raíz del calentamiento global, se han creado las llamadas cumbres climáticas, que constituyen diversas reuniones entre los países para controlar los gases de efecto invernadero. En ellas participan expertos del medio ambiente, organizaciones no gubernamentales, ministros y jefes de estado.

Empezó en 1994, año en el que entró en vigor la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la cual ha sido reconocida y aprobada por 195 países. Dicha convención asegura que la producción de alimentos no se vea amenazada y permite un desarrollo económico sostenible [5].

Las cumbres climáticas se dan lugar en la Conferencia de las Partes (COP) dónde, una vez al año, se llevan a cabo las decisiones sobre el cambio climático. Entre ellas destaca el Protocolo de Kyoto (COP 3) puesta en marcha en 1997, que cuenta con medidas más energéticas como la limitación y reducción de emisiones.

La cumbre de Doha de 2012 (COP 18/COP-MOP 8), se acordó la adopción de las enmiendas necesarias para hacer posible su continuidad, incluyendo: nuevos compromisos de las Partes del Anexo I del Protocolo de Kioto, una lista revisada de los gases de efecto invernadero para el segundo período de compromiso y cuestiones específicamente pertenecientes al primer período de compromiso que necesitaban ser actualizadas para el segundo período de compromiso [6].

En 2009 aparece la COP15, la cual se celebra en Copenhague, Dinamarca. Con la llegada de los desastres naturales causados por el calentamiento global, tales como sequías, inundaciones y deshielos, los participantes proponen sustituir las medidas del Protocolo Kioto para implementar un proyecto que sea más acorde a la situación presente [7].

En 2013 se celebra la cumbre de Varsovia, se acuerda el texto en el que se basará el Acuerdo de París y se plantea la necesidad de recibir diversos informes por parte de los países implicados en los que desarrollen el método en el que llevarán a cabo la financiación. En cualquier caso, la cumbre de Varsovia presenta algunos inconvenientes, puesto que las cuestiones relacionadas a las normas de medición, verificación y reporte sobre las reducciones de emisiones y flujos financieros no se llevan a cabo, además de que los planes contra el calentamiento global variaron mucho según si el país estaba en proceso de desarrollo o completamente desarrollado. Esto se debe a que los países subdesarrollados se concentran más en la mitigación y los desarrollados se focalizan en el apoyo financiero y la transferencia de capacidades y tecnología. En conclusión, destaca que esta cumbre fue un hito histórico que creó un marco que hoy en día posibilita la acción hacia la transformación a un modelo de desarrollo bajo en emisiones [8].

En 2015 surge la cumbre de París o COP21 que tiene como objetivo mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2°C y evitar que se supere 1,5°C respecto a las temperaturas dadas antes de la revolución industrial. De este modo, se consideró primordial mantener ese objetivo ya que estudios científicos afirmaron que se producirán graves consecuencias para el planeta y su población en caso de superarlas [9].

No es hasta cuatro años más tarde que aparece la llamada “cumbre de la ambición” celebrada en Madrid y apodada como la cumbre COP25. Ésta se convierte en la más duradera, impactante e influyente puesto que consigue la movilización civil seguida de un gran seguimiento mediático. Durante este año, no se consigue el apoyo de ciertos países para la mejora de los cambios climáticos, países como Estados Unidos, China, Japón, Arabia Saudí o la India se muestran irresponsables ante esta causa [10].

Por último, en 2021 se crea la cumbre de Glasgow o también conocida como COP 26 donde se reconoce que ha habido progresos insuficientes para la urgencia de la emergencia climática, fracasando en el objetivo marcado en la cumbre de París donde se preveía una disminución del calentamiento global a 1,5°C, ya que no se cumplieron los grandes avances con relación a la adaptación, pérdidas y daños y la financiación climática. Así, la COP26 presentó el peligro de que el mundo alcance un calentamiento global de 2,7°C. En todo caso se planean orientar los planes para un calentamiento de 1,5°C a finales de este año [11].

2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

En el presente capítulo se define el edificio objeto. Es un mediano terciario construido en el año 1990, cuyo uso se destina a una residencia para la tercera edad.

2.1 Localización geográfica

El edificio objeto se sitúa en la provincia de Madrid, concretamente en la capital. En la Figura 2.1-1 se muestra el emplazamiento del edificio a estudiar.



Figura 2.1-1. Situación del edificio de estudio. Fuente: [12]

2.2 Zona climática

Conocer la zona climática donde se sitúa el edificio es un dato primordial ya que esta define las demandas externas en cuanto a temperatura y radiación solar.

Con el objetivo de definir la zona climática a la que pertenece el edificio de estudio, se ha recurrido al Apéndice B del Documento Básico HE de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación. Las zonas climáticas se pueden identificar mediante letras y números. Las letras están relacionadas con las condiciones de invierno, mientras que los números corresponden a las condiciones de verano. Se ha partido de la localidad Madrid y de una altitud respecto al nivel del mar de 657 metros, situándose en la zona climática D3.

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																							
	≤ 50 m	51-100 m	101-150 m	151-200 m	201-250 m	251-300 m	301-350 m	351-400 m	401-450 m	451-500 m	501-550 m	551-600 m	601-650 m	651-700 m	701-750 m	751-800 m	801-850 m	851-900 m	901-950 m	951-1000 m	1001-1050 m	1051-1250 m	1251-1300 m	≥ 1301 m
Huelva	A4	B4	B3			C3					D3													
Huesca	C3			D3		D2			E1															
Jaén	B4				C4				D3				1											
León	E1																							
Lleida	C3	D3					E1																	
Lugo	D1						E1																	
Madrid	C3						D3						D2	E1										
Málaga	A3	B3		C3					D3															
Melilla	A3																							
Murcia	B3	C3					D3																	
Navarra	C2	D2			D1			E1																
Ourense	C3		C2	D2					E1															

Figura 2.2-1. Zonas climáticas de España. Fuente: [13]

2.3 Orientación del edificio

Otro dato presente en la caracterización del edificio de estudio es la orientación, ya que esta determinará las ganancias solares. En nuestro caso la fachada principal mira hacia el este, la fachada posterior hacia el oeste y las fachadas laterales hacia el norte y el sur.

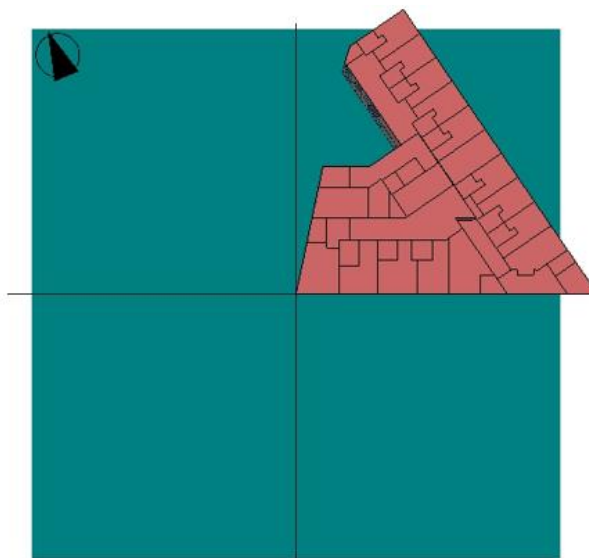


Figura 2.3-1. Imagen del edificio con rosa de los vientos.

2.4 Geometría y partes del edificio

El edificio objeto consta de tres plantas, la planta baja se destina principalmente a un uso recreativo: zona de ocio, comedor, cocina, biblioteca, sala de estar, sala de visita, sala de fisioterapia y enfermería; mientras que la primera y segunda se sitúa los dormitorios y aseos de los residentes. Se puede observar los planos de las distintas plantas del edificio en Anexos.

Una vez modelado el edificio en la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC), el programa enumera automáticamente cada espacio. La planta baja corresponde a (P1), la primera planta a (P2) y la segunda planta a (P3). La numeración de las distintas zonas se muestra en las Tablas 2.4-1, 2.4-2 y 2.4-3.

Planta Baja		
Zona	Espacio	Superficie (m ²)
Comedor	P1_E1	69,16
Pasillo	P1_E2	17,24
Cuarto de baño n° 1	P1_E3	1,89
Cuarto de baño n° 2	P1_E4	4,27
Cuarto de baño n° 3	P1_E5	7,27
Vestíbulo	P1_E6	2,71
Trastero	P1_E7	4,74
Escalera	P1_E8	15,36
Sala de estar n° 1	P1_E9	40,56
Biblioteca	P1_E10	16,32
Enfermería	P1_E11	16,8
Sala de fisioterapia	P1_E12	12,24
Sala de ocio	P1_E13	97,08
Sala de visitas	P1_E14	16,15
Entrada	P1_E15	4,14
Pasillo	P1_E16	3,7
Sala de estar n° 2	P1_E17	6,68
Cocina	P1_E18	65,81
Pasillo	P1_E19	63,29
Pasillo	P1_E20	1,3
Sala de instalaciones	P1_E21	11,14
Despensa	P1_E22	22,01
Cuarto de baño n° 4	P1_E23	4,54
Cuarto de baño n° 5	P1_E24	4,25

Tabla 2.4-1. Distribución de espacios en planta baja.

Primera Planta		
Zona	Espacio	Superficie (m ²)
Cuarto de baño n° 1	P2_E1	4,38
Dormitorio doble n° 1	P2_E2	21,22
Dormitorio doble n° 2	P2_E3	21,83
Cuarto de baño n° 2	P2_E4	5,6
Distribuidor	P2_E5	6,78
Cuarto de baño n° 4	P2_E6	3,66
Dormitorio individual n° 4	P2_E7	14,23

Cuarto de baño nº 5	P2_E8	7,43
Trastero	P2_E9	2,77
Cuarto de baño nº 3	P2_E10	16,21
Dormitorio individual nº 5	P2_E11	15,86
Almacén	P2_E12	8,76
Cuarto de baño nº 6	P2_E13	4,31
Dormitorio doble nº 6	P2_E14	18,88
Dormitorio individual nº 7	P2_E15	15,1
Cuarto de baño nº 7	P2_E16	4,51
Cuarto de baño nº 8	P2_E17	4,66
Dormitorio individual nº 8	P2_E18	14,22
Dormitorio individual nº 9	P2_E19	13,96
Cuarto de baño nº 9	P2_E20	4,37
Sala de estar	P2_E21	39,89
Dormitorio doble nº 10	P2_E22	19,23
Vestíbulo	P2_E23	8,13
Cuarto de baño nº 10 y 11	P2_E24	4,39
Dormitorio individual nº 11	P2_E25	15,07
Cuarto de baño nº 12	P2_E26	4,49
Dormitorio individual nº 12	P2_E27	14,09
Dormitorio individual nº 13	P2_E28	13,78
Dormitorio individual nº 14	P2_E29	13,67
Dormitorio individual nº 15	P2_E30	13,88
Cuarto de baño nº 15	P2_E31	4,42
Oficio sucio	P2_E32	2,56
Cuarto de baño nº 14	P2_E33	4,27
Cuarto de baño nº 13	P2_E34	4,27
Pasillo	P2_E35	37,65
Pasillo	P2_E36	62,14
Dormitorio doble nº 3	P2_E37	17,96
Trastero	P2_E38	4,66
Rellano de la escalera	P2_E39	18,22
Vestíbulo	P2_E40	2,73
Oficio	P2_E41	3,09

Tabla 2.4-2. Distribución de espacios en la primera planta.

Segunda Planta		
Zona	Espacio	Superficie (m²)
Cuarto de baño nº 1	P3_E1	6,79
Pasillo	P3_E2	21
Dormitorio doble nº 1	P3_E3	18,36
Vestíbulo	P3_E4	8,31
Trastero	P3_E5	4,74
Rellano de la escalera	P3_E6	16,86
Cuarto de baño nº 2	P3_E7	4,48
Dormitorio doble nº 2	P3_E8	20,79
Vestíbulo	P3_E9	6,71
Cuarto de baño nº 3	P3_E10	5,81
Dormitorio doble nº 3	P3_E11	17,76
Cuarto de baño nº 4	P3_E12	4,25

Dormitorio doble n° 4	P3_E13	17,89
Dormitorio doble n° 5	P3_E14	15,69
Dormitorio doble n° 6	P3_E15	21,18
Cuarto de baño n° 6	P3_E16	4,43
Cuarto de baño n° 5	P3_E17	4,56
Oficio limpio	P3_E18	2,78
Vestíbulo	P3_E19	2,98
Pasillo	P3_E20	39,73

Tabla 2.4-3. Distribución de espacios en la segunda planta.

Por último, en las siguientes figuras se muestra el edificio objeto modelado desde las distintas orientaciones.

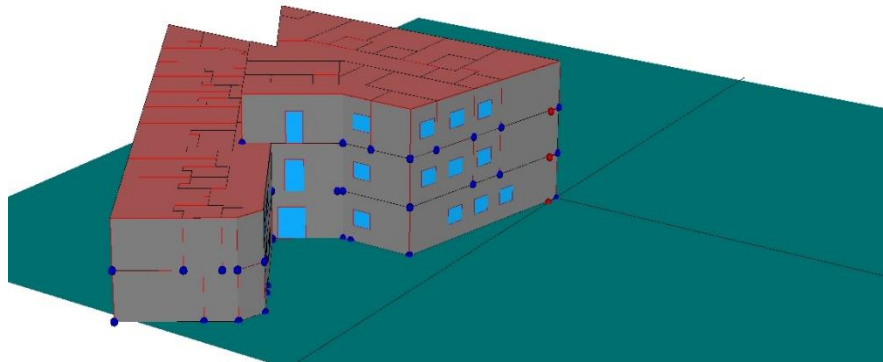


Figura 2.4-1. Fachada lateral, cara norte.

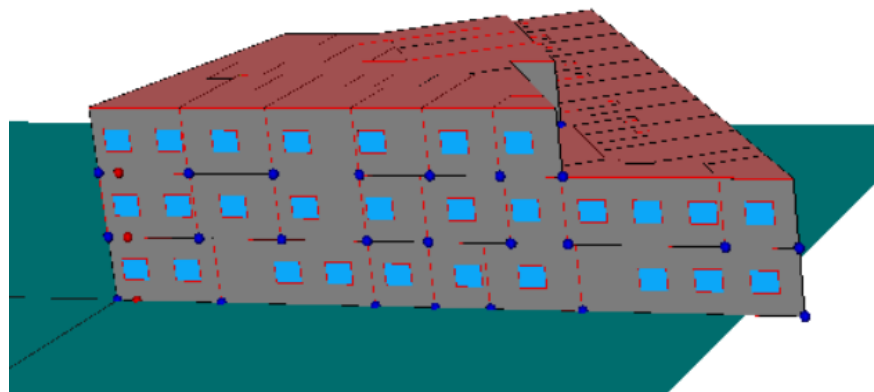


Figura 2.4-2. Fachada lateral, cara sur.

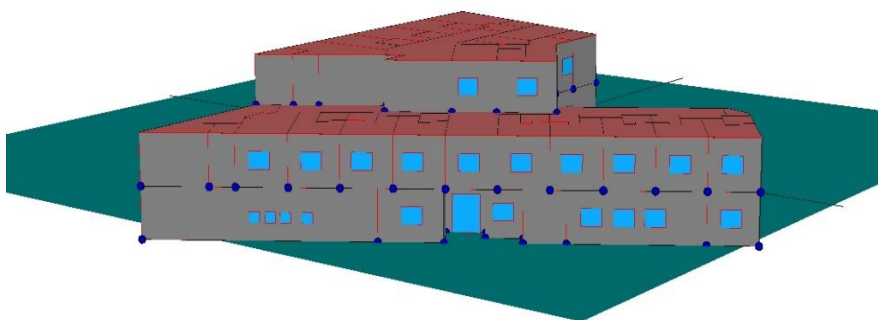


Figura 2.4-3. Fachada principal, cara este.

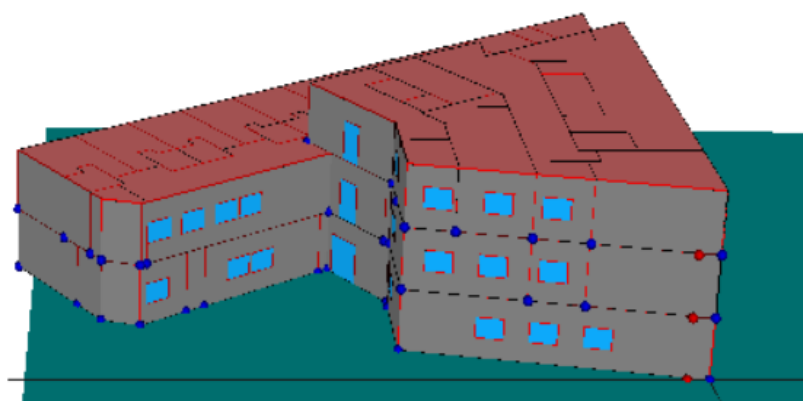


Figura 2.4-4. Fachada posterior, cara oeste.

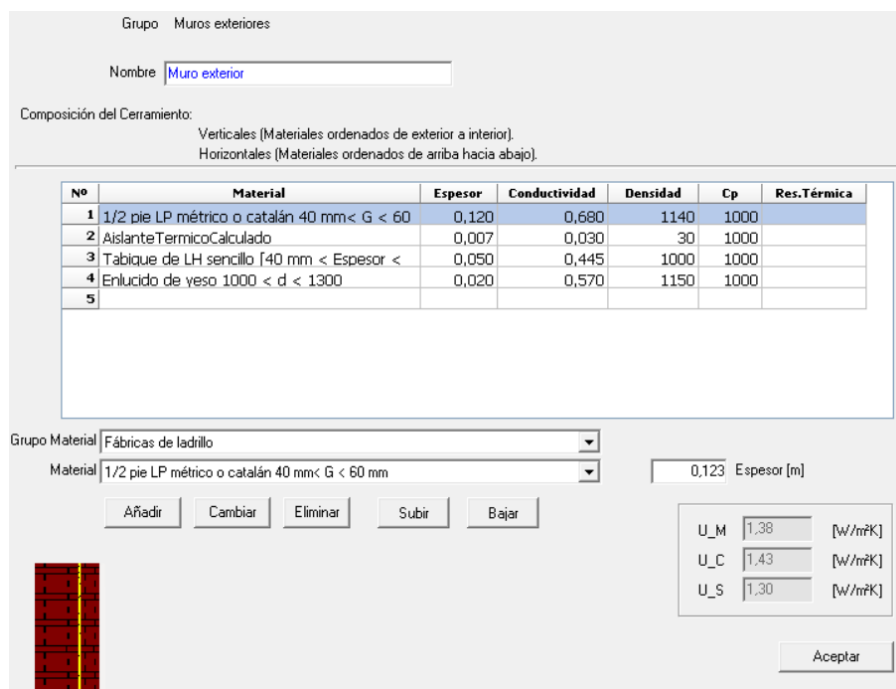
3 CASO BASE DEL EDIFICIO DE ESTUDIO

Para poder iniciar el estudio se necesita conocer la situación base del edificio objeto. En el presente capítulo se especifican los datos de partida introducidos en la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC).

3.1 Calidades constructivas

Las calidades constructivas se obtienen mediante el software Ce3, ya que no se dispone de memoria constructiva ni de datos contrastados. Por ello se definen los cerramientos por tipología/antigüedad, dado que el edificio objeto se construyó en el año 1990, se selecciona el periodo comprendido entre 1979-2006.

Como se puede apreciar en las siguientes Figuras, la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC) da la opción de elegir el material y el espesor de las calidades que compone los distintos cerramientos, permitiendo obtener las transmitancias de cada uno de ellos.



Grupo Muros exteriores

Nombre

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,120	0,680	1140	1000	
2	Aislante Térmico Calculado	0,007	0,030	30	1000	
3	Tabique de LH sencillo 140 mm < Espesor <	0,050	0,445	1000	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material

Material

Espesor [m]

U_M [W/m²K]
U_C [W/m²K]
U_S [W/m²K]

Figura 3.1-1. Composición tipo "muro".

Grupo Cubiertas planas

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	AislanteTermicoCalculado	0,018	0,030	30	1000	
2	Hormigón con áridos ligeros 1800 < d < 2000	0,050	1,350	1900	1000	
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar

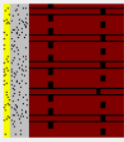


Figura 3.1-2. Composición tipo "cerramiento horizontal".

Grupo Cubiertas inclinadas

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Cámara de aire ligeramente ventilada					0,080
3	AislanteTermicoCalculado	0,024	0,030	30	1000	
4	Conifera pesada 520 < d < 610	0,010	0,180	570	1600	
5						

Grupo Material

Material Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar




Figura 3.1-3. Composición tipo "cerramiento singular".

Grupo Medianeras

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble (60 mm < E < 90 mm)	0,080	0,432	930	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor [m]

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]




Figura 3.1-4. Composición tipo "medianería".

Grupo Forjados terrenos

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,030	1,300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,040	1,800	2100	1000	
3	FU Entrevijado de hormigón -Canto 250 mm	0,250	1,323	1330	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor [m]

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

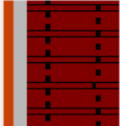


Figura 3.1-5. Composición tipo "suelo en contacto con el terreno".

Grupo Forjados interiores

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,020	2,300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,030	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevidado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5					0,090
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	
6						

Grupo Material

Material

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]

Aceptar

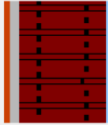


Figura 3.1-6. Composición tipo "partición interior horizontal".

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados %

Permeabilidad al aire m³/hm² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados [g_gl,sh,w]

U_H [W/m²K]

Aceptar

Figura 3.1-7. Composición tipo "hueco/ventana".

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Incremento de transmitancia por intercalarios y cajones de persiana integrados %

Permeabilidad al aire m²/h·m² a 100 Pa

Transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil activados (g_{gl,sh,wi})

U_H [W/m²K]

Figura 3.1-8. Composición tipo "hueco/puerta".

3.2 Calidad del aire

Para establecer la calidad del aire interior se ha recurrido a la IT 1.1.4.2.2. del Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación. La calidad de aire estimada es la IDA 2, aire de buena calidad. La cual se aplica a oficinas, residencias de ancianos y de estudiantes, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas. Esto supone un caudal de aire exterior de 12,5 dm³/s por persona, como se muestra en la Tabla 3.2-1.

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm ³ /s por persona		
Categoría		dm ³ /s por persona
IDA 1		20
IDA2		12,5
IDA3		8
IDA4		5

Tabla 3.2-1. Caudales de aire por personas según IDA. Fuente: [14]

A continuación, se ha recurrido a la IT1.1.4.2.4. Filtración del aire exterior mínimo de ventilación. El edificio objeto se encuentra en una ciudad, por lo que se ha optado por ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas o de gases contaminantes. A partir de los datos anteriormente recogidos podemos conocer la clase de filtración en la Tabla 3.2-2, por lo que se debe poner filtros F6+F8.

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA2	F7 +F9	F6+F8	F5 +F7	F5 +F6
ODA3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 +F7	F5 +F6

Tabla 3.2-2. Clases de filtración. Fuente [14]

Se estima que el edificio aloja a una media de 45 personas, de las cuales 14 son trabajadores y 31 son clientes del complejo. A partir del IDA 2, el número de personas y el volumen del edificio, se puede calcular las renovaciones por hora.

$$12,5 \frac{dm^3}{s} \cdot 45 \text{ persona} \cdot \frac{1 m^3}{1000 dm^3} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1}{3813 m^3} = 0,53 \text{ ren/h} \quad (3-1)$$

3.3 Equipos de climatización y agua caliente sanitaria

En el presente apartado se detallan los equipos de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración. En primer lugar, se calcula la potencia necesaria para poder abastecer la demanda de agua caliente sanitaria.

A continuación, se calcula las cargas térmicas necesaria para cubrir la demanda de refrigeración y calefacción. Para ello se tiene en cuenta el uso de cada zona: los dormitorios presentan un uso residencial, mientras que: comedor, sala de estar, sala de ocio, biblioteca y sala de visita presenta un uso de 8 horas; y la enfermería y sala de fisioterapia de 12 horas. Cabe añadir que no todas las zonas se aclimatan, quedando excluidas: hueco de la escalera, cocina, oficinas, sala de instalaciones, despensa, trastero, vestíbulos y cuartos de baños.

3.3.1 Sistema mixto de calefacción y agua caliente sanitaria

3.3.1.1 Agua caliente sanitaria

Para el sistema de agua caliente sanitaria se utiliza una caldera alimentada por Gas Natural, la cual cuenta con un rendimiento nominal de 0,85 y una potencia de 230 kW. También se encarga de la calefacción del edificio, como se verá en el punto 3.3.1.2.

Para dimensionar los litros que se consumen al día de agua caliente sanitaria utilizaremos la Tabla 3.3-1.

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24

Tabla 3.3-1. Demanda de referencia de agua caliente sanitaria. Fuente: [13]

Se utiliza el dato de 45 personas, dando una demanda de 1845 litros/día.

La temperatura de utilización será de 60°C y la de entrada 13°C (dato por defecto del programa según la zona climática).

Se establece un tiempo de 1 hora para poder calentar la totalidad del depósito.

Una vez obtenidos los datos anteriores podemos calcular la potencia de la caldera destinada para agua caliente sanitaria a través de la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V_{\text{acumulador}} \cdot CP \cdot (T_s - T_e)}{t} = \frac{1271 \cdot 4,184 \cdot (60 - 13)}{3600} = 100,78 \text{ KW} \quad (3-2)$$

Donde:

Q: Potencia de la caldera (KW)

Vacum: Volumen del acumulador (litros)

Cp: Calor específico del agua (kJ/K· kg)

Ts: Temperatura de salida agua (°C)

Te: Temperatura de entrada agua (°C)

T: Tiempo necesario para calentar el agua (°C)

3.3.1.2 Equipo de calefacción

Para la calefacción utilizaremos la caldera de gas natural anteriormente mencionada y se distribuirá mediante radiadores de aluminio. En las Tablas 3.3-2,3.3-3 y 3.3-4 se muestran las cargas térmicas de calefacción del edificio, obtenidas a través del software Clima V2.3.0. Resultados mostrados en anexos.

Planta Baja	
Zona	Calefacción (KW)
Comedor	11,81
Pasillo	3,35
Sala de estar nº 1	7,38
Biblioteca	3,54
Enfermería	2,78
Sala de fisioterapia	2,18
Sala de ocio	15,63
Sala de visitas	2,94
Sala de estar nº 2	1,40
Pasillo	9,72

Tabla 3.3-2. Cargas térmicas de calefacción planta baja.

Primera Planta	
Zona	Calefacción (KW)
Dormitorio doble nº 1	3,52
Dormitorio doble nº 2	3,3
Dormitorio doble nº 3	2,18
Dormitorio individual nº 4	2,45
Dormitorio individual nº 5	2,98
Dormitorio doble nº 6	2,42
Dormitorio individual nº 7	2,29
Dormitorio individual nº 8	2,25
Dormitorio individual nº 9	6,23
Dormitorio doble nº 10	3,21
Dormitorio individual nº 11	2,43
Dormitorio individual nº 12	2,27
Dormitorio individual nº 13	2,22
Dormitorio individual nº 14	2,21
Dormitorio individual nº 15	2,4
Sala de estar	6,19
Pasillo	2,76
Pasillo	8,92

Tabla 3.3-3. Cargas térmicas de calefacción primera planta.

Segunda Planta	
Zona	Calefacción (KW)
Dormitorio doble nº 1	3,8
Dormitorio doble nº 2	2,91
Dormitorio doble nº 3	3,6
Dormitorio doble nº 4	2,85
Dormitorio doble nº 5	2,93
Dormitorio doble nº 6	2,52
Pasillo	6,33
Pasillo	3,56

Tabla 3.3-4. Cargas térmicas de calefacción segunda planta.

3.3.2 Equipo de refrigeración

Para el sistema de refrigeración se utiliza un autónomo solo frío. Este equipo cuenta con una unidad exterior de 110KW y EER =2, además de 36 unidades interiores de potencias comprendidas entre los 1,5 KW y 8 KW, las cuales cubren la demanda de las cargas térmicas de refrigeración de cada zona. En las Tablas 3.3-5, 3.3-6 y 3.3-7 se pueden observar las cargas térmicas de refrigeración del edificio, las cuales han sido obtenidas con el mismo software mencionada en el apartado 3.3.1.2.

Planta Baja	
Zona	Refrigeración (KW)
Comedor	8,4
Pasillo	2,56
Sala de estar nº 1	5,07
Biblioteca	2,36
Enfermería	1,99
Sala de fisioterapia	1,55
Sala de ocio	11,02
Sala de visitas	1,94
Sala de estar nº 2	0,94
Pasillo	6,67

Tabla 3.3-5. Cargas térmicas de refrigeración planta baja.

Primera Planta	
Zona	Refrigeración (KW)
Dormitorio doble nº 1	2,58
Dormitorio doble nº 2	2,44
Dormitorio doble nº 3	1,65
Dormitorio individual nº 4	1,83
Dormitorio individual nº 5	2,12
Dormitorio doble nº 6	1,72
Dormitorio individual nº 7	1,63
Dormitorio individual nº 8	1,61
Dormitorio individual nº 9	4,6
Dormitorio doble nº 10	2,19
Dormitorio individual nº 11	1,72
Dormitorio individual nº 12	1,62
Dormitorio individual nº 13	1,59
Dormitorio individual nº 14	1,57
Dormitorio individual nº 15	1,63
Sala de estar	4,85
Pasillo	6,38
Pasillo	2,05

Tabla 3.3-6. Cargas térmicas de refrigeración primera planta.

Segunda Planta	
Zona	Refrigeración (KW)
Dormitorio doble n° 1	2,83
Dormitorio doble n° 2	2,12
Dormitorio doble n° 3	2,57
Dormitorio doble n° 4	2,06
Dormitorio doble n° 5	2,08
Dormitorio doble n° 6	1,83
Pasillo	2,5
Pasillo	4,3

Tabla 3.3-7. Cargas térmicas de refrigeración segunda planta.

4 CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL CASO BASE

En el presente capítulo se muestran los resultados de la verificación de las normas HE-1 y HE-0 del Código Técnico de la Edificación, en el cual se comprueba si el edificio de estudio cumple las normativas actuales de eficiencia energética.

4.1 HE-1 Condiciones para el control de la demanda energética

Esta norma se caracteriza por limitar la demanda energética. El edificio se compone de una envolvente térmica que acota la demanda de energía primaria para obtener un confort térmico. Se debe tener en cuenta cual va a ser el uso del edificio y el régimen, tanto el de invierno como el de verano.

Después de modelar el edificio en la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC) se puede comprobar el cumplimiento del HE-1. Ante los resultados mostrados en la Figura 4.1-1 cabe destacar que el edificio objeto no cumple con el parámetro de la transmitancia térmica global (k) ni con el control solar (q_{sol,jul}), que será el primer punto a mejorar en la rehabilitación. La relación de cambio de aire a 50 Pa (n₅₀) no aplica al edificio ya que este no es de uso residencial.

		Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m²K]	1,60	0,59	NO CUMPLE
Control solar, q _{sol,jul} [kWh/m².mes]	5,03	4,00	NO CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n ₅₀ [1/h]	4,39	-	NO APLICA

Figura 4.1-1. Comprobación HE-1.

El valor límite de la transmitancia térmica global se obtiene de la Tabla 4.1-1, conociendo para ello la zona climática de invierno y la compacidad del edificio (1,93), dando como resultado el valor de 0,59.

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado

	Compacidad V/A [m²/m³]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias (1 < V/A < 4) se obtienen por interpolación.
 En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.
 Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

Tabla 4.1-1. Valor límite Klim. Fuente: [13]

Para el control solar ($q_{sol,jul}$) se utiliza la Tabla 4.1-2, al ser terciario, se escoge un valor límite de 4 kWh/m²·mes.

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, $q_{sol,jul,lim}$ [kWh/m²·mes]

Uso	$q_{sol,jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Tabla 4.1-2. Valor límite de control solar. Fuente: [13]

4.2 HE-0 Limitación del consumo energético

La limitación del consumo de energía está condicionada por dos variables, la zona climática de invierno y el uso que se le dará al edificio. Podemos distinguir tres clases de limitaciones, el consumo de energía primaria no renovable y el consumo de energía primaria total y el número de horas fuera de consigna.

El edificio objeto solo cumple una de las limitaciones anteriormente mencionada como se puede observar en la Figura 4.2-1, debido a los siguientes motivos:

- El edificio objeto presenta una instalación que no cumple con el consumo de energía primaria no renovable.
- El Consumo de Energía Primaria total supera el valor límite establecido.
- El número de horas fuera de consigna se refiere al número de horas que el edificio sobrepasa el límite de rango de temperatura (1°C), en condiciones ya definidas tanto de calefacción como refrigeración, de los espacios acondicionados del edificio durante su ocupación. La norma ofrece un margen de hasta un 4% del tiempo de ocupación, la cual cumple con un 3,69%.

HE0		Valores límite		
Consumo EP no renovable [kWh/m ² .año]	285,70	58,79		NO CUMPLE
Consumo EP total [kWh/m ² .año]	297,60	173,64		NO CUMPLE
Número de horas fuera de consigna	323	350		CUMPLE

Figura 4.2-1. Comprobación HE-0.

Los valores límite del consumo de energía primaria no renovable y consumo de energía primaria total se puede obtener de la Tabla 4.2-1 y Tabla 4.2-2. Conociendo la zona climática y la carga interna media, se puede obtener los valores límite.

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
$70 + 8 \cdot C_{FI}$	$55 + 8 \cdot C_{FI}$	$50 + 8 \cdot C_{FI}$	$35 + 8 \cdot C_{FI}$	$20 + 8 \cdot C_{FI}$	$10 + 8 \cdot C_{FI}$

C_{FI} : Carga interna media [W/m²]
 En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Tabla 4.2-1. Valor límite del consumo de energía primaria no renovable. Fuente: [13]

Zona climática de invierno						
α	A	B	C	D	E	
$165 + 9 \cdot C_{FI}$	$155 + 9 \cdot C_{FI}$	$150 + 9 \cdot C_{FI}$	$140 + 9 \cdot C_{FI}$	$130 + 9 \cdot C_{FI}$	$120 + 9 \cdot C_{FI}$	

Tabla 4.2-2. Valor límite del consumo de energía primaria total. Fuente: [13]

4.3 HE-4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y HE-5 Generación mínima de energía eléctrica

La norma HE-4 se refiere a la contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria. Dado que el edificio objeto tiene una demanda de 1271 litros/día, por debajo de 5000litros/día, se debe reducir un 60% de la demanda con energía renovables.

La norma HE-5 corresponde a la generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables. En el caso del edificio de estudio esta norma no es obligatoria.

HE4 y HE5			
		Valores límite	
Cobertura renovable de la demanda de ACS (%)	0,00	60,00	NO CUMPLE (*)
Potencia producción eléctrica instalada [kW]	0,00	-	NO APLICA

Tabla 4.3-1. Comprobación HE-4 y HE-5.

4.4 Resultados de demanda, consumos y emisiones CO2

La Tabla 4.4-1 muestra las demandas, consumos y emisiones que el edificio posee en los sistemas de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación. Este desglose es muy útil para conocer la situación de partida de los diferentes consumidores de energía. Como se observa sobresale el sistema de calefacción ya que es el sistema que más energía demanda y el que más emisiones produce.

		Calefacción	Refrigeración	A.C.S.	Ventilación	Iluminación	Otros
Demanda, D	kWh/m ² año	108,94	16,16	28,90	-	-	-
Energía Final, C_ef	kWh/m ² año	162,72	11,94	34,00	0,00	14,45	-
Energía Primaria Total, C_ep;tot	kWh/m ² año	194,45	28,27	40,63	-	34,23	-
Energía Primaria No Renovable, C_ep;nren	kWh/m ² año	193,64	23,33	40,46	-	28,24	-
Energía Primaria Renovable, C_ep;ren	kWh/m ² año	0,81	4,94	0,17	-	5,98	-
Emisiones, E_CO2	kgCO2/m ² año	41,01	3,95	8,57	-	4,78	-

Tabla 4.4-1. Resultados demanda, consumo y emisiones CO2.

4.5 Resultados de la calificación energética.

Ante los resultados obtenidos en la Figura 4.5-1 podemos destacar que tanto en consumo de energía primaria no renovable como en emisiones de dióxido de carbono del edificio objeto obtiene una buena certificación, no obstante, no cumple la norma HE-1 y HE-0 por lo que igualmente necesitará una reforma.

En el caso de la demanda de calefacción y refrigeración, la calificación es deficiente. Ante estos resultados se puede concluir que el edificio objeto tiene un gran margen de mejora.

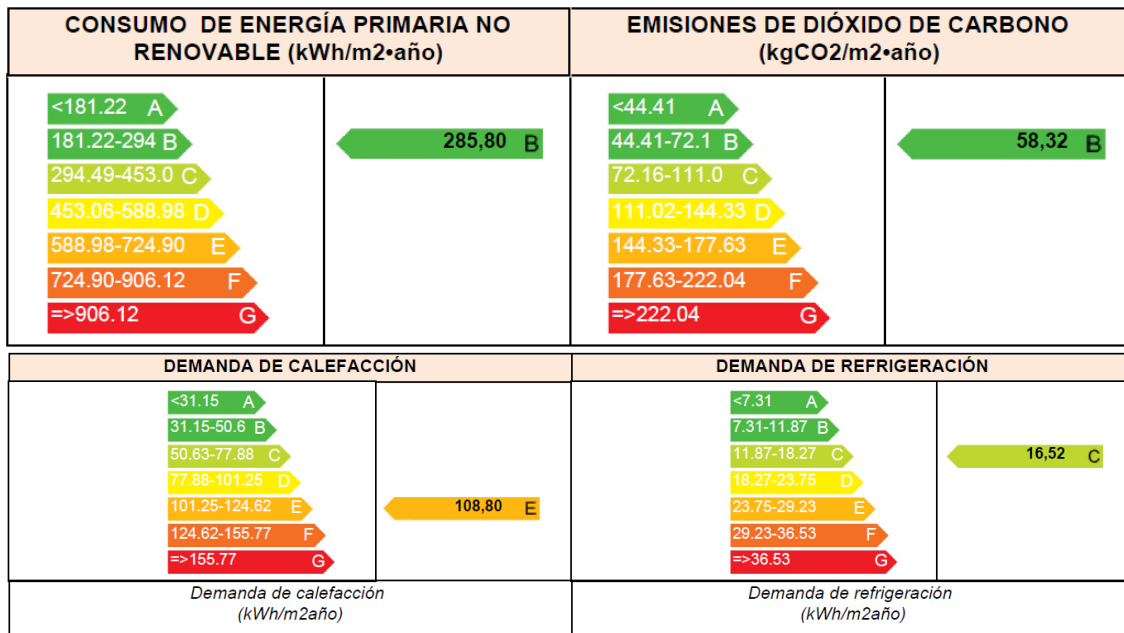


Figura 4.5-1. Calificación energética caso base.

5 MEJORAS PARA CUMPLIR LA NORMATIVA

Para poder cumplir la normativa se establece una serie de mejoras necesaria, las cuales se pueden dividir en:

- Mejorar la transmitancia térmica de la fachada, cubiertas y suelos.
- Reemplazar los vidrios y marcos de los huecos.
- Iluminaria más eficiente.
- Cubrir la parte o la totalidad de la demanda de agua caliente sanitaria con energía renovables.
- Sustituir equipos de climatización por otros más eficientes.

5.1 Mejoras en la transmitancia térmica de la envuelta

Las distintas mejoras que aplicaremos en este punto tienen como finalidad reducir la demanda que tiene el edificio frente a la refrigeración y calefacción.

Para reducir la demanda de refrigeración se ha optado por disminuir el valor de la ganancia solar, objetivo el cual se puede alcanzar sustituyendo los cristales ya instalados por otros con una ganancia menor o aumentando el factor de sombra al instalar toldos o lamas en las ventanas. Se debe tener en cuenta que las distintas orientaciones de los huecos harán que las medidas implementadas sean más o menos eficiente.

Por otro lado, para poder reducir la demanda de calefacción se tienen dos alternativas: incrementar las ganancias solares o reducir las pérdidas.

Para mejorar la primera alternativa, se debe reducir el factor solar en los casos en que sea posible. En este caso no es posible ya que el edificio no tiene instalado toldos o lamas abatibles.

En cambio, para disminuir las pérdidas se opta por reducir la transmitancia térmica; mejorar el aislamiento en el caso de la fachadas, cubiertas y suelos, sustituir los marcos por otros de mayor calidad y mejorar la transmitancia lineal de los puentes térmicos.

5.1.1 Cálculo óptimo del asilamiento

Para mejorar los distintos cerramientos se recurre a un sistema de aislamiento térmico exterior denominado SATE, el cual consiste en instalar aislamiento en las paredes y cubiertas exteriores del edificio, mejorando así su transmitancia térmica.

La elección de este sistema se ha realizado por una serie de ventajas que tiene en comparación con el aislamiento térmico interior [15].

- Al instalarse por el exterior no reduce la superficie útil del edificio.
- Evita la aparición de puentes térmicos.
- No tener que cambiar la instalación eléctrica.
- Permite seguir con la actividad que se produce dentro del edificio a la hora de ser instalado en el caso de la fachada y las cubiertas.
- Instalación sencilla y rápida.

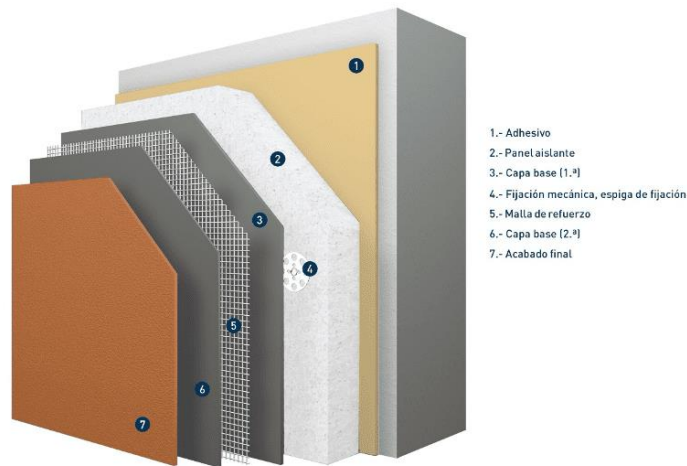


Figura 5.1-1. Capas del sistema sate. Fuente: [15]

A continuación, se determina el espesor necesario para cumplir la transmitancia térmica global límite (k_{lim}) con la ecuación (5-1).

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{se} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \dots + \frac{e_n}{k_n} + R_{si}} \quad (5-1)$$

El valor de la resistencia superficial exterior (R_{se}) y la resistencia superficial interior (R_{si}) se escoge de la Tabla 5.1-1, obtenida del Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía.

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

Tabla 5.1-1. Resistencia térmicas superficiales. Fuentes: [13]

La transmitancia térmica límites de las distintas partes se ha obtenido del Excel aportado por el Grupo de Termotecnia.Tabla 5.1-2.

Umuros	0,24
Ucubierta	0,26
Usuelo	0,44
Uventanas	1,85
ΔU_{FT} (W/K)	0,29

Tabla 5.1-2. Resultados de las transmitancias.

A partir de estos datos ya se puede calcular el espesor de aislamiento térmico que necesitaremos, cuya conductividad térmica es de $0,037 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

	Esesor mínimo (m)
Fachada	0,13
Cubierta	0,1
Suelo	0,07

Tabla 5.1-3. Espesor para cumplir la norma HE-1.

5.1.2 Huecos

Las ventanas son una parte importante en la eficiencia del edificio. Suele ser las más sensible, generando perdidas térmicas en invierno y una mayor ganancia en verano. Por lo tanto, mejorar las calidades de los huecos supone una mejora notable en la demanda del edificio. A la hora de mejorar los huecos se debe tener en cuenta el marco y el vidrio. Se elige las opciones que cumpla con los límites establecidos en los Puntos 5.1.1 y 5.1.4, y se proponen tres alternativas.

- Alternativa 1: Vidrio de doble acristalamiento con baja emisividad térmica, cámara de aire de (4-20-6mm) y marco de madera de baja densidad. Obteniendo una transmitancia es de $1,83 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y una ganancia solar de 0,52.
- Alternativa 2: Vidrio de doble acristalamiento con baja emisividad térmica, cámara de aire de (4-20-6mm) y marco de PCV con rotura de puente térmico. Obteniendo una transmitancia es de $1,79 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y una ganancia solar de 0,52.
- Alternativa 3: Vidrio de doble acristalamiento con baja emisividad térmica y seguridad laminar, cámara de argón de (4-10-4+4mm) y marco de PVC con rotura de puente térmico. Obteniendo una transmitancia es de $1,42 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y una ganancia solar de 0,39.



Figura 5.1-2. Representación de un vidrio doble. Fuente: [16]

5.1.3 Tratamiento óptimo de puentes térmicos.

Los puentes térmicos son zonas donde se reduce de forma relevante la resistencia térmica en comparación con los demás cerramientos que componen el edificio, lo que en consecuencia aumenta la conductividad térmica. Esto se debe a:

- Introducción completas o parciales en el cerramiento de materiales de diferente conductividad térmica.
- Variación del espesor de fábrica
- Diferencias entre áreas interiores y exteriores, intersecciones de paredes, suelos o techos.

Al ser partes sensibles, en temporada de bajas temperaturas tienen más probabilidades de producir condensación y una mayor pérdida de calor [17].

El valor de la transmitancia térmica lineal del caso inicial se obtiene de la ecuación 5-2, dando un resultado $\Delta UPT = 0,64$ (W/K), valor muy superior al obtenido por el Excel del grupo de termotecnia $\Delta UPT = 0,29$ (W/K).

$$\Delta UPT = \frac{L \cdot TTL}{At} \quad (5-2)$$

Al realizar los cálculos con la primera mejora se obtiene un $\Delta UPT = 0,15$ (W/K), se cumple el objetivo y mejora notablemente el caso inicial.

Puentes térmicos			
	Longitud (m)	TTL base	TTL mejora 1
Frentes de forjado	145,28	0,97	0,19
Cubierta plana	422,87	0,96	0,24
Esquina Saliente	63	0,11	0,11
Esquina Entrante	18	-0,16	-0,16
Forjado inferior en contacto con el aire	10,06	0,86	0,19
Suelo en contacto con el terreno	112,62	0,57	0,22
Huecos (ventanas)			
-Alfeizar 90,12m	90,12	0,44	0,1

-Dinteles 90,12m	90,12	0,82	0,1
-Jambas 153,44m	153,44	0,53	0,1

Tabla 5.1-4. Mejora puentes térmicos.

5.1.4 Control solar óptimo aplicado a todos los huecos.

El edificio de estudio tiene un q_{sol} de 5,03 kWh/m²·mes, por lo que se debe reducir a 4 kWh/m²·mes. Basándose en el Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, a partir de Tabla 5.1-5, se puede conseguir la irradiación solar media acumulada en julio, según la zona climática y la orientación.

Z.C.	Horiz.	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N
A3	220.36	96.73	127.81	117.82	89.53	115.84	124.7	94.3	59.39
A4	235.35	99.25	132.86	123.7	94.78	123.83	133.97	100.69	61.12
B3	220.33	92.03	121.85	114.45	89.73	114.64	122.02	92.07	57.92
B4	235.31	101.7	135.64	125.09	94.13	121.94	131.14	98.48	61
C1	195.77	88.49	114.47	106.12	81.72	101.55	108.06	84	56.85
C2	217.19	96.61	128.05	117.89	88.17	111.22	118.78	90.17	58.23
C3	220.34	97.05	128.62	118.69	89.37	115.69	125.22	95.24	59.61
C4	235.35	101.78	136.41	126.01	94.84	121.68	130.08	97.16	60.36
D1	195.8	88.53	114.54	106.15	81.96	101.33	107.19	82.96	56.51
D2	217.18	94.76	125.48	116.31	88.51	113.39	121.59	92.18	58.27
D3	220.32	94.22	124.81	116.03	89.15	115.91	125.24	94.95	58.91
E1	195.79	88.95	114.88	106.34	82.09	101.16	106.71	82.58	56.67

Tabla 5.1-5. Irradiación solar media acumulada. Fuente [13]

A continuación, se obtiene el área solar sur equivalente. Tabla 5.1-6.

	ASSE							
	E	N	NE	NO	O	SO		
Área huecos	27,84	7,99	3,75	11,25	8,8	35		
g inicial	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77		
Área Solar	21,44	6,15	2,89	8,66	6,78	26,95	Total AS	72,87
F. ASSE	1,40	0,66	1,06	1,07	1,39	1,30		
ASSE	30,01	4,07	3,05	9,23	9,44	35,04	Total ASSE	90,84

Tabla 5.1-6. Área solar sur equivalente del caso base.

Llegado a esta parte, procedemos a calcular el parámetro b mediante la ecuación (5-3).

$$q_{sol} = \frac{ASSE}{\text{Área acondicionada}} \cdot I_{sur} \cdot b \rightarrow 5,03 = \frac{90,84}{910,58} \cdot 89,15 \cdot b \quad (5-3)$$

Se obtiene el valor del parámetro $b = 0,566$. Posteriormente, se calcula la nueva ganancia con la ecuación 5-4 para todas las ventas y se calcula la nueva área solar sur equivalente. Tabla 5.1-7.

$$g_{sol_{nueva}} = g_{sol_{inicial}} \cdot \frac{q_{sol_{limite}}}{q_{sol_{inicial}}} = 0,77 \cdot \frac{4}{5,03} = 0,6 \quad (5-4)$$

	ASSE_NUEVA							
	E	N	NE	NO	O	SO		
Area huecos	27,84	7,99	3,75	11,25	8,8	35		
g nueva	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61		
Área Solar	16,98	4,87	2,29	6,86	5,37	21,35	Total AS	57,72
F. ASSE	1,40	0,66	1,06	1,07	1,39	1,30		
ASSE	23,78	3,22	2,42	7,31	7,48	27,76	Total ASSE	71,96

Tabla 5.1-7. Área solar sur equivalente del caso optimo.

$$q_{sol} = \frac{71,96}{910,58} \cdot 89,15 \cdot 0,566 = 3,99 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mes}$$

Por ultimo, obtenemos que la ganancia máxima para que cumpla el control solar es de 0,61.

5.2 Luminaria

La iluminación del caso base demanda una gran cantidad de energía, produciendo unas emisiones de CO₂ nada despreciables. El edificio objeto posee una superficie de más de 1000m² y se va a renovar más del 25% de la superficie iluminada, por lo que debe cumplir la norma HE-3.

Como alternativa a la antigua luminaria se han adquirido lámparas led de alta eficiencia, permiten tener un gran ahorro y poseen una mayor vida útil.

Para cumplir esta norma se establecen 4 condiciones:

- Valores de eficiencia energética de la instalación.
- Potencia máxima instalada.
- Sistemas de control y regulación.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural.

5.2.1 Valores de eficiencia energética de la instalación

Para seleccionar la luminaria se debe conocer el valor límite de la eficiencia energética aplicable a las distintas zonas, para lo cual se hace uso del apartado HE-3 del Documento Básico HE. Tabla 5.2-1.

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 5.2-1. Valor límite de la eficiencia energética de la instalación. Fuente:[13]

5.2.2 Potencia máxima instalada

En primer lugar, se obtienen los niveles recomendados de luxes para cada estancia del edificio. Estos datos se extraen de la norma UNE EN 12464-1. Tabla 5.2-2.

Tipo de espacio	luxes
Zonas comunes, cocina, almacenes y recintos interiores no escritos	300
Sala de ocio	300
Biblioteca	500

Tabla 5.2-2. Luxes según la instancia

Por otra parte, se comprueba que el edificio no supera la $P_{TOT,lim}/S_{TOT}$. Todas las zonas poseen menos de 600 lux y corresponden (otros usos), limitando la potencia límite a 10 W/m². Tabla 5.2-3.

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m ²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Tabla 5.2-3. Potencia máxima por superficie iluminada. Fuente [13]

Por ultimo, se comprueba que el VEEI de cada zona es inferior a la VEEI limite que establece la norma HE-3. Ecuación (5-5).

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m} \quad (5-5)$$

Donde:

P: Potencia de la lampara(W).

S: Superficie iluminada (m²)

Em: Iluminancia media horizontal (lx)

5.2.3 Sistemas de control y regulación

Para la utilización del sistema de iluminación se establece un sistema de control y regulación. Este sistema dispone de un encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico; y de otro sistema de encendido por horario centralizado, este último se puede sustituir por un detector de presencia o un pulsador temporizado.

5.2.4 Sistemas de aprovechamiento de luz natural

Las luminarias instaladas a una profundidad inferior a 5 metro respecto a las ventanas deben disponer de un sistema que regule su luminosidad en función de la luz natural, siempre que exista un hueco que permita un aporte natural.

5.3 Equipos de agua caliente sanitaria

Se proponen tres alternativas:

- Caldera de condensación por gas e instalación térmica solar.
- Caldera de biomasa.
- Bomba de calor.

5.3.1 Caldera de condensación por gas e instalación termo solar

Una de las alternativas más llamativas es la caldera de condensación, la cual destaca por su mayor eficiencia, con rendimientos de hasta el 109%. A diferencia de otro tipo de calderas, esta permite aprovechar el calor latente generado cuando se condensa el vapor de agua de los gases de combustión, el cual se destina a precalentar el agua de entrada de la caldera. Esta recuperación permite bajarla temperatura de los gases de combustión hasta 45°C, disminuyendo las emisiones de sustancias nocivas y consiguiendo una reducción del consumo de combustible [18].

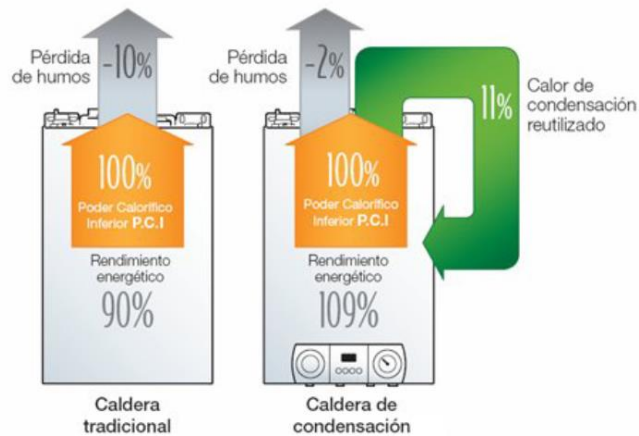


Figura 5.3-1. Comparación de pérdidas en caldera de distinta clase. Fuente: [19]

Este equipo consume energía no renovable, no pudiendo cumplir la norma HE-4, por lo que depende de una instalación termo solar. La cual se dimensiona para cubrir el 60% de la demanda agua caliente sanitaria con el software Cheq4.2.

El uso del edificio objeto hace que este operativo durante todo el año. Posee dos cubiertas: cubierta 1 situada encima de la segunda planta, con una superficie de 245 m², y cubierta 2 situada encima de la primera planta, cuya superficie es de 268 m². Figura 5.3-2.

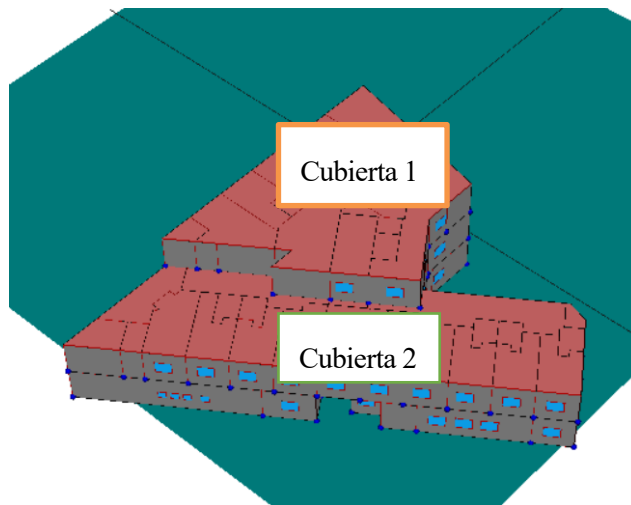


Figura 5.3-2. Cubiertas del edificio.

Al contar con cubiertas planas permite instalar estructuras auxiliares con las que poder orientar e inclinar los captadores a placer. La inclinación será igual que su latitud geográfica, aproximadamente de 40°. Lo óptimo es

orientar los colectores hacia el ecuador, por lo tanto, al estar el edificio situado en el hemisferio norte, estos tienen que orientarse hacia el sur.

Para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria se adquiere 16 captadores Cointra Icaro 2.3 VF, con disposición 2 en serie. La instalación dispone de un interacumulador milox/in 1500 PB n; como aislamiento del circuito primario y secundario se ha optado por la lana de vidrio. No se ha realiza un estudio de sombras ya que el edificio cuenta con una gran superficie de cubierta disponible.

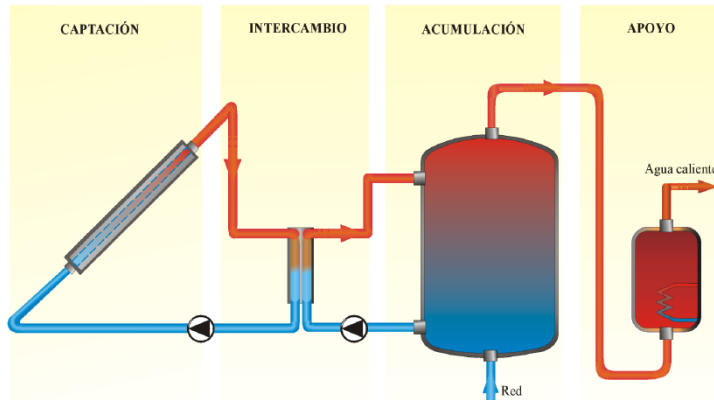


Figura 5.3-3. Esquema de la instalación termo solar. Fuente: Asignatura Energías Renovables.

En la Figura 5.3-4 se aprecia el resultado proporcionado por el software Cheq4.2, donde se puede observar como el equipo cubre el 63% de la demanda mediante aportación de energía solar.

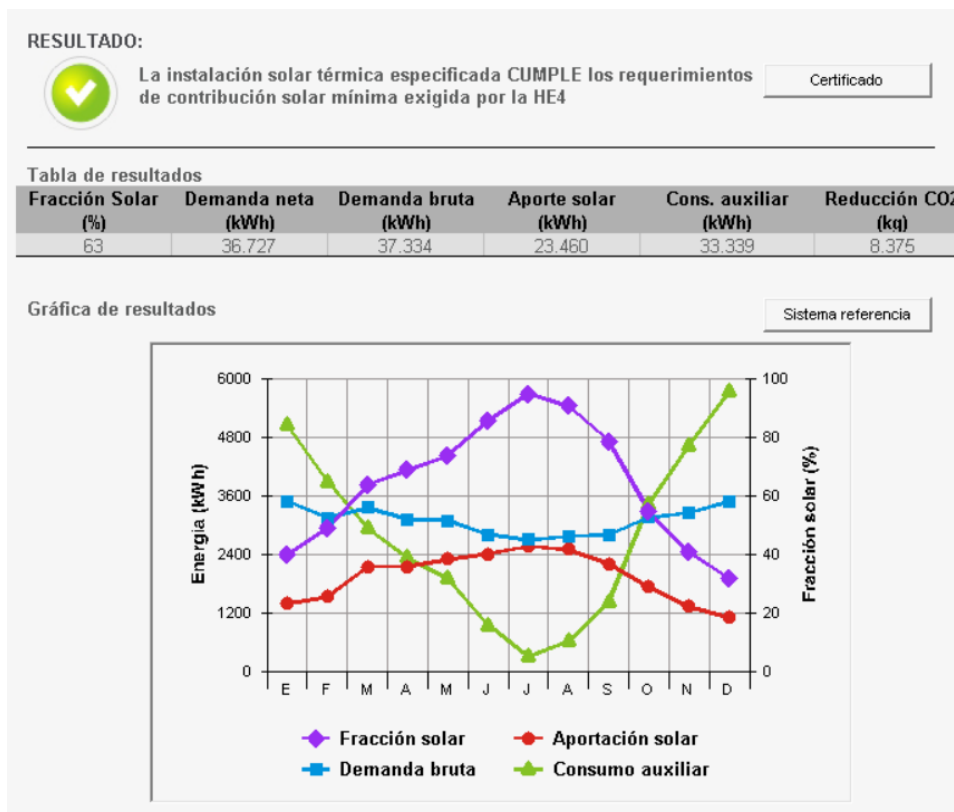


Figura 5.3-4. Resultados obtenidos en Cheq4.2.

5.3.2 Caldera de biomasa

La caldera de biomasa opera de manera similar a una caldera convencional. Su funcionamiento se basa en un quemador donde se mezcla aire con carburante produciéndose la combustión, y a través de un intercambiador de calor se transfiriere la energía al agua de entrada calentándola hasta la temperatura de consumo establecida.

La principal ventaja de esta clase de caldera es su combustible de origen renovable, el cual favorece el cumplimiento de la norma HE-4. Por otro lado, cabe destacar que son menos eficientes que las calderas de condensación de gas [20].

5.3.3 Bomba de calor

Una bomba de calor es una máquina térmica de alto rendimiento. Su funcionamiento se basa en un ciclo termodinámico. Su principal ventaja es la capacidad de absorber la energía que existe en el ambiente y, con una pequeña aportación de energía, generalmente eléctrica, lograr calentar el agua caliente sanitaria hasta la temperatura de consigna.

Los principales componentes son:

- Evaporador: consiste en un intercambiador de calor, en el cual se produce la evaporación del refrigerante, absorbiendo el calor.
- Compresor: maquina alimentada por electricidad externa, cuya finalidad es incrementar la presión de los fluidos compresibles.
- Condensador: consiste en un intercambiador, en el cual se produce la condensación del refrigerante, cediendo calor.
- Válvula de expansión: se trata de un dispositivo, cuya finalidad es ajustar la entrada del refrigerante en estado líquido, el cual va desde el condensador hasta el evaporador.

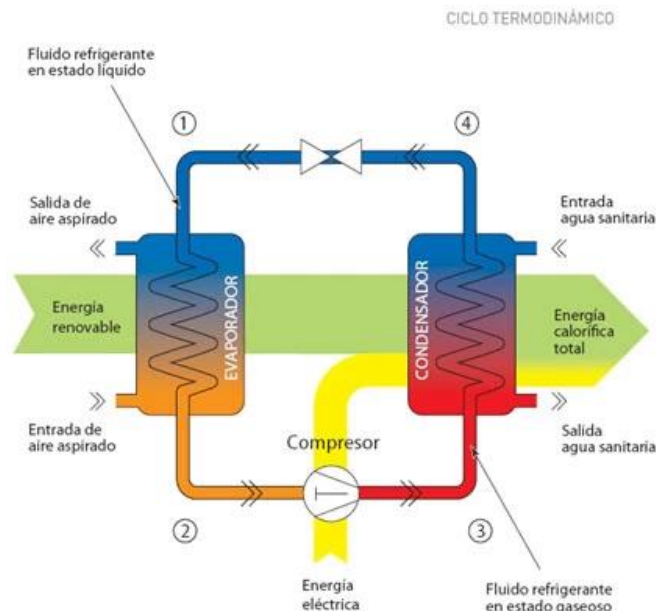


Figura 5.3-5. Esquema bomba de calor. Fuente: [21]

Para poder concluir si se considera energía renovable, al ser accionada mediante electricidad debe tener unas prestaciones medias estacionales (SPF) $> 2,5$ [22].

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \cdot \text{FP} \cdot \text{FC}$$

Donde:

COP: Rendimiento.

FP: Factor de ponderación.

FC: Factor de corrección.

Por último, se pueden clasificar en tres variantes:

- Variante 1: Aerotérmica, extrae el calor de la energía que contiene el aire ambiente.
- Variante 2: Hidrotérmica, obtiene el calor de la energía del agua.
- Variante 3: Geotérmica, aprovecha el calor de la energía del subsuelo.

5.4 Equipos de climatización

Se han tenido en cuenta tres opciones:

- Caldera de biomasa para calefacción y sistema con volumen de refrigeración variable (Bosch) sin recuperador de calor para refrigeración.
- Sistema con volumen de refrigeración variable (Bosch) con recuperador de calor para calefacción y refrigeración.
- Sistema con volumen de refrigeración variable (Mitsubishi) con recuperador de calor para calefacción y refrigeración.

En el primer caso se utiliza para calefacción una caldera de biomasa cuyo funcionamiento es similar al descrito en el apartado anterior para agua caliente sanitaria. Para cubrir la demanda de refrigeración se utiliza un sistema con volumen de refrigerante variable sin recuperador de calor.

En el segundo caso se ha optado por el mismo sistema anteriormente mencionado pero utilizado para refrigeración y calefacción, al contar con un recuperador de calor posee una mayor eficiencia y un mayor coste.

El último caso se ha seleccionado otro sistema con volumen de refrigerante variable para refrigeración y calefacción de la marca Mitsubishi. El cual, es el equipo con mayor precio y eficiencia de todos los elegidos.

5.4.1 Sistema con volumen de refrigeración variable

Esta alternativa consiste en una bomba de calor con un sistema con volumen de refrigerante variable, son equipos muy eficientes destinados para edificios de mediana y gran superficie. Al ser un sistema multi-split, la unidad externa se enlaza con las unidades internas. Estas funcionan de manera independiente a través de expansión directa, el refrigerante intercambia calor con el aire.

Presenta una serie de ventajas:

- Tecnología invertir: poseen como mínimo un compresor inverter, lo que permite adaptar la generación térmica a la demanda sin necesidad de utilizar depósitos de inercia u otros elementos que supongan pérdidas.

- Sistema de control: permite a la unidad exterior conocer en todo momento la demanda de las unidades interiores, adaptando su funcionamiento e incluso apagando el equipo si ninguna unidad interior está operando.
- Flujo de energía: presenta menos conversiones de energía intermedia para aclimatar el local, con la consecuente reducción de las pérdidas.
- Sin necesidad de bombeo: el compresor se encarga de hacer circular el gas por la instalación, consumiendo menos energía.

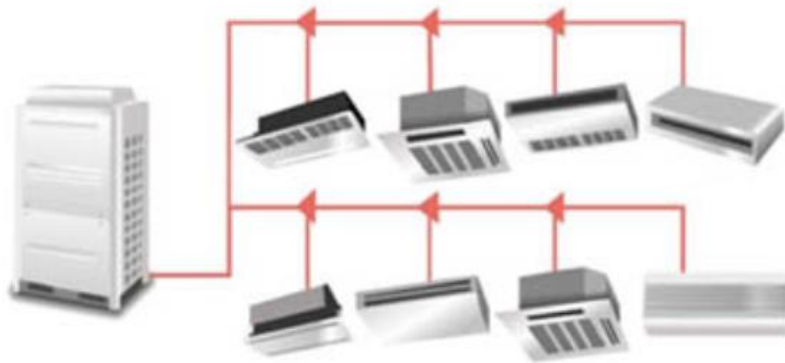


Figura 5.4-1. Esquema unidad con volumen de refrigeración variable. Fuente: [23]

6 MEJORAS ELEGIDAS SEGÚN EL ESTUDIO ECONÓMICO

En el presente capítulo se realiza una comprobación técnico-económico de las distintas mejoras, procedimiento basado en la Norma UNE-EN 15459-1:2018. Todos los casos propuestos cumplen la normativa CTE-HE, comparándose entre ellos mediante un análisis económico. El estudio económico se evalúa a través del criterio del coste de ciclo de vida, este se define como el coste total de un edificio comprendido desde su construcción hasta su derribo.

$$CCV = C_{inicial} + C_{operación} \sum_{K=1}^N \frac{(1 + inf)^K}{(1 + i)^K} + C_{equipos} \frac{(1 + inf)^M}{(1 + i)^M} \quad (6-1)$$

Las condiciones de cálculo son dados por el Grupo de Termotecnia:

- Periodo para cálculo de CCV: 30 años
- Inflación productos energéticos: 2%
- Inflación equipos: 5%
- Tasa de descuento: 7%.
- Vida útil elementos de la envuelta: 30 años.
- Vida útil instalaciones: 15 años

Como se observa en la ecuación 6-1 se puede descomponer en tres partes:

- Coste inicial. Relacionados con la adquisición de mejoras de la envolvente y de equipos, su mantenimiento y desmontaje de los equipos obsoletos.
- Coste de operación. Referido al consumo de los distintos equipos del edificio.
- Coste de equipos. Coste de la renovación de los equipos, tienen una vida útil menor a la elegida en el CCV.

El análisis económico se divide en tres partes:

En primer lugar, se ejecuta un análisis de las posibles mejoras de la envolvente. Se instala un sistema de aislamiento térmico y se mejora las calidades de los huecos.

En segundo lugar, se sustituyen las antiguas luminarias por otras más eficientes tipo leds.

En tercer lugar, se realiza una comparación de las propuestas de mejoras en los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria, asimismo se añade una instalación fotovoltaica.

Se emplea el generador de presupuestos CYPE, los catálogos mencionados en anexos y los datos ofrecidos por el grupo de Termotecnia para poder tener una base de datos sobre los precios unitarios de las distintas mejoras.

6.1 Mejora de la envolvente

Este apartado tiene como finalidad encontrar la mejor propuesta de mejoras de la envolvente a partir del cumplimiento de la norma HE-1. Se modela en la Herramienta Unificada LIDER/CALENER (HULC), obteniendo los nuevos valores de transmitancia térmica global, control solar, demandas anuales de calefacción y refrigeración. Se parte de la combinación de mejoras mínimo para poder cumplir la norma y se proponen dos mejoras más. Tabla 6.1-1.

Mejoras	SATE en fachada (m)	SATE en cubierta (m)	Aislamiento suelo (m)	Huecos
Propuesta 1	0,14	0,1	0,08	V. doble bajo emisivo y marco de madera
Propuesta 2	0,18	0,16	0,08	V. doble bajo emisivo y marco PVC con rotura de puente térmico
Propuesta 3	0,2	0,2	0,08	V. doble y bajo emisivo con argón y marco PVC con rotura de puente térmico

Tabla 6.1-1. Propuestas de mejora de la envuelta.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las mejoras anteriormente mencionadas. Tabla 6.1-2.

Mejoras	K (W/m ² *K)	qsol (KWh/m ² *mes)	Demanda calefacción (KWh/m ² *año)	Demanda de Refrigeración (KWh/m ² *año)
Caso Base	1,6	5,03	108,94	16,16
Propuesta 1	0,45	3,21	30,47	13
Propuesta 2	0,41	3,21	26,57	12,9
Propuesta 3	0,38	2,41	21,68	14,81

Tabla 6.1-2. Resultados de las propuestas de la envuelta.

Se puede apreciar una reducción de las demandas de calefacción y refrigeración respecto al caso base. Todas las propuestas han conseguido reducir significativamente la demanda de calefacción en más de un 70%, destacando la propuesta 3 con una reducción del 80%. Las demandas de refrigeración también se han visto reducidas, en menor medida que las demandas de calefacción, cabe destacar el aumento de la demanda de refrigeración que se produce en el caso 3 con respecto al caso anterior donde al incrementar el espesor de aislamiento aumenta las demandas de esta.

Las propuestas no se pueden seleccionar basándose solo en la que mejor cumpla la norma HE-1. Para poder seleccionar la más óptima se obtiene el consumo de los equipos de cada una de las propuestas, este dato se obtiene de la carpeta Documentación. No se tiene en cuenta los consumos de agua caliente sanitaria e iluminación, ya que la mejora de la envuelta no interfiere en estos parámetros.

Se ha escogido un precio de la electricidad de 0,216 €/kWh [24], un precio del gas de 0,15 €/kWh [25] y un precio de pellet 0,079€/kWh [26].

Mejoras	Consumo calefacción (KWh/m ² *año)	Consumo refrigeración (KWh/m ² *año)	CCV (€)
Propuesta 1	129,6	15,4	422.990,46
Propuesta 2	124,6	15,4	414.335,85
Propuesta 3	117,1	16,5	414.131,55

Tabla 6.1-3. Resultados de las combinaciones de la envuelta

A la vista de los resultados obtenidos, podemos decir que la mejor propuesta es la numero 3, muy seguida de la numero 2. Una vez elegido el mejor caso se continua con la mejora de los equipos. Por último, se ha comprobado que la mejora de la envuelta es insuficiente para cumplir la norma HE-0.

6.2 Mejora de los equipos

Tras las mejoras realizadas en la envuelta del edificio se ha reducido las demandas de calefacción y refrigeración, por lo que es necesario obtener las nuevas cargas térmicas del edificio. A continuación, se han realizado la mejora de las luminarias y se han propuesto 3 opciones para el resto de los equipos.

Mejoras	ACS	Calefacción	Refrigeración	Fotovoltaica
Propuesta 1	C. condensación y instalación termo solar	C. Biomasa	VRF sin recuperador de calor	20 kWp
Propuesta 2	C. Biomasa	HVRF con recuperador de calor		24,8 kWp
Propuesta 3	BDC	VRF con recuperador		30 kWp

Tabla 6.2-1. Propuestas equipos climatización.

Cabe destacar que todas las propuestas cumplen la norma HE-0, por lo que la elección se realiza a partir del coste de ciclo de vida. A continuación, se ha realizado el coste de ciclo de vida de las diferentes propuestas, incluyendo el precio de las mejoras de la luminaria y de la envuelta seleccionada.

Mejoras	Costes iniciales	Costes operación 30 años	Coste reposición equipo	CCV (€)
Propuesta 1	327134,07	169685,3	145825,27	649.154,02
Propuesta 2	316388,99	139732,83	144618,66	600.740,48
Propuesta 3	318069,28	94752,6	152334,65	558.647,15

Tabla 6.2-2. Resultados economicos de las propuestas.

Se puede observar que los costes iniciales son similares en la propuesta 2 y 3, diferenciándose en los costes de operación. Aunque el pellet sea más económico que la electricidad, la calderada tiene un peor rendimiento, provocando una diferencia económica en su operación a lo largo del tiempo. Ante los resultados expuestos en la Tabla 6.2-2, se concluye que la propuesta 3 como la mejor alternativa.

La instalación fotovoltaica utilizada en la propuesta 3 se ha dimensionado con el software PVGIS. El edificio dispone de dos cubiertas planas con una superficie total de 513 m², como se puede observar en la Figura 5.3-2. La inclinación de los paneles es fija y están orientados al sur, con un ángulo de inclinación de 30° grados. Está constituida por 65 paneles solares de 460 Wp y un inversor conectado a la red eléctrica, obteniendo una potencia pico total de 30 kWp.

En la Figura 6.2-1 se puede observar el consumo de energía eléctrica del edificio frente a la cubierta por la instalación fotovoltaica. La cuál permite cubrir aproximadamente el 60% de la demanda eléctrica anual del edificio.

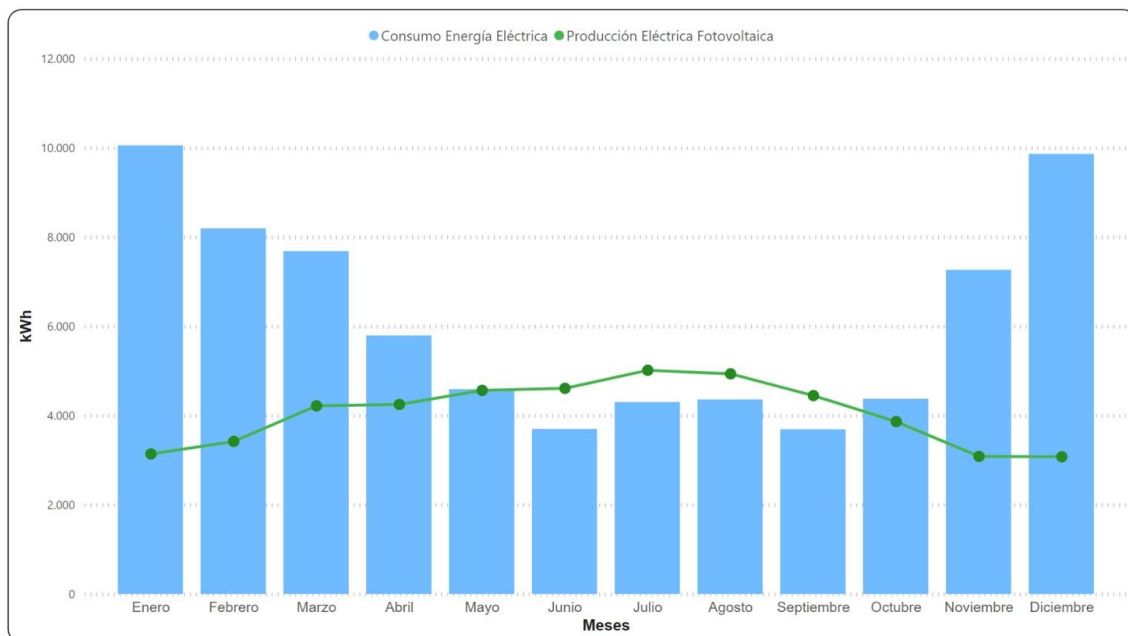


Figura 6.2-1. Consumo eléctrico del edificio y generación eléctrica fotovoltaica.

7 CALIFICACIÓN Y COMPARACIÓN ENERGÉTICA

En este apartado se obtendrá las comparativas de los valores de las normas HE-1 y HE-0, y las calificaciones energéticas obtenidas del caso inicial y del caso optimo tras la aplicación de las mejoras. Esta comparativa muestra el grado de mejora logrado a través de las mejoras realizadas.

7.1 Normas HE-1 y HE-0

La Figura 7.1-1, muestran los resultados obtenidos de la norma HE-1 en el caso mejorado. El uso del aislamiento térmico exterior, la mejora de los huecos y los puentes térmicos han conseguido reducir el valor de la transmitancia térmica global de 1,60 a 0,38 W/m²·K, al mismo tiempo que se ha disminuido el valor del control solar de 5,03 a 2,41 kW·h/m²·mes.

		Valores límite	
Transmitancia térmica global, K [W/m ² K]	0,38	0,59	CUMPLE
Control solar, q _{sol} ;jul [kWh/m ² .mes]	2,41	4,00	CUMPLE
Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]	4,57	-	NO APLICA

Figura 7.1-1. Resultados HE-1.

A continuación, se han obtenido los resultados obtenidos de la norma HE-0 en el caso mejorado. La renovación de los equipos antiguos de climatización por bombas de calor, equipos más eficientes y renovables, han conseguido una reducción significativa de los valores límites en cuanto a consumo de energía primaria total de 297,6 a 169,7 kW·h/m²·año, mismamente se ha reducido el consumo de energía primaria no renovable de 285,7 a 43,4 kW·h/m²·año.

		Valores límite	
Consumo EP no renovable [kWh/m ² .año]	43,40	55,29	CUMPLE
Consumo EP total [kWh/m ² .año]	161,10	169,70	CUMPLE
Número de horas fuera de consigna	244	350	CUMPLE

Figura 7.1-2. Resultados HE-0.

Tras la sustitución de la caldera de gas por una bomba de calor, cuya parte de la alimentación es proporcionada por la instalación fotovoltaica, se consigue satisfacer la mayor parte de la demanda de agua caliente sanitaria con fuentes renovables, consiguiendo cumplir la HE-4.

		Valores límite	
Cobertura renovable de la demanda de ACS (%)	92,00	60,00	CUMPLE
Potencia producción eléctrica instalada [kW]	30,00	-	NO APLICA

Figura 7.1-3. Resultado HE-4.

7.2 Certificación energética

Las Figura 7.2-1, 7.2-2 y 7.2-3 muestran las calificaciones energéticas obtenidas en la situación mejorada. La implementación de las mejoras evidencia una mejora en la eficiencia energética, observando como el valor de la certificación disminuye en todos los casos.

En cuanto a las emisiones globales de CO₂ se ha conseguido pasar de una etiqueta B con un valor de 58,32 kgCO₂/m²·año a una situación mejorada con etiqueta A y valor de 7,35 kgCO₂/m²·año. Asimismo, se ha mejorado todos los indicadores parciales a la letra A, siendo el caso de la calefacción y el agua caliente sanitaria las variaciones más notables.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	7,35 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		4,15		0,88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO ₂ /m ² año)	A
		0,88		1,44	

Tabla 7.2-1. Calificación energética del edificio en emisiones de la situación mejorada.

En cuanto al consumo global de energía primaria no renovable se ha conseguido reducir de 285,80 a 43,38 kW·h/m²·año, obteniendo una etiqueta A. De forma semejante al anterior caso, todos los indicadores parciales han mejorado hasta la calificación A. Destacando la calefacción, ya que su consumo se ha reducido en 168,89 kW·h/m²·año.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	43,38 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m ² año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m ² año)	A
		24,50		5,19	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m ² año) ¹		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m ² año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m ² año)	A
		5,19		8,50	

Tabla 7.2-2. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable de la situación mejorada.

Por último, la Figura 7.2-3 muestra las mejoras obtenidas en las demandas tras el cambio de los equipos y las mejoras de la envolvente. Como se puede observar, la demanda de refrigeración ha mejorado levemente, aunque sigue situado en la misma letra que el caso base. Por otro lado, la demanda de calefacción ha experimentado una mejora enorme, pasando de 108,8 a 17,44 kW·h/m², consiguiendo una etiqueta A.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<p><24.32 A</p> <p>24.32-39.5 B</p> <p>39.52-60.80 C</p> <p>60.80-79.05 D</p> <p>79.05-97.29 E</p> <p>97.29-121.61 F</p> <p>=>121.61 G</p>	<p>17,44 A</p>	<p><9.80 A</p> <p>9.80-15.92 B</p> <p>15.92-24.50 C</p> <p>24.50-31.85 D</p> <p>31.85-39.20 E</p> <p>39.20-49.00 F</p> <p>=>49.00 G</p>	<p>19,20 C</p>
<p><i>Demanda de calefacción</i> (kWh/m2año)</p>		<p><i>Demanda de refrigeración</i> (kWh/m2año)</p>	

Tabla 7.2-3. Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración de la situación mejorada.

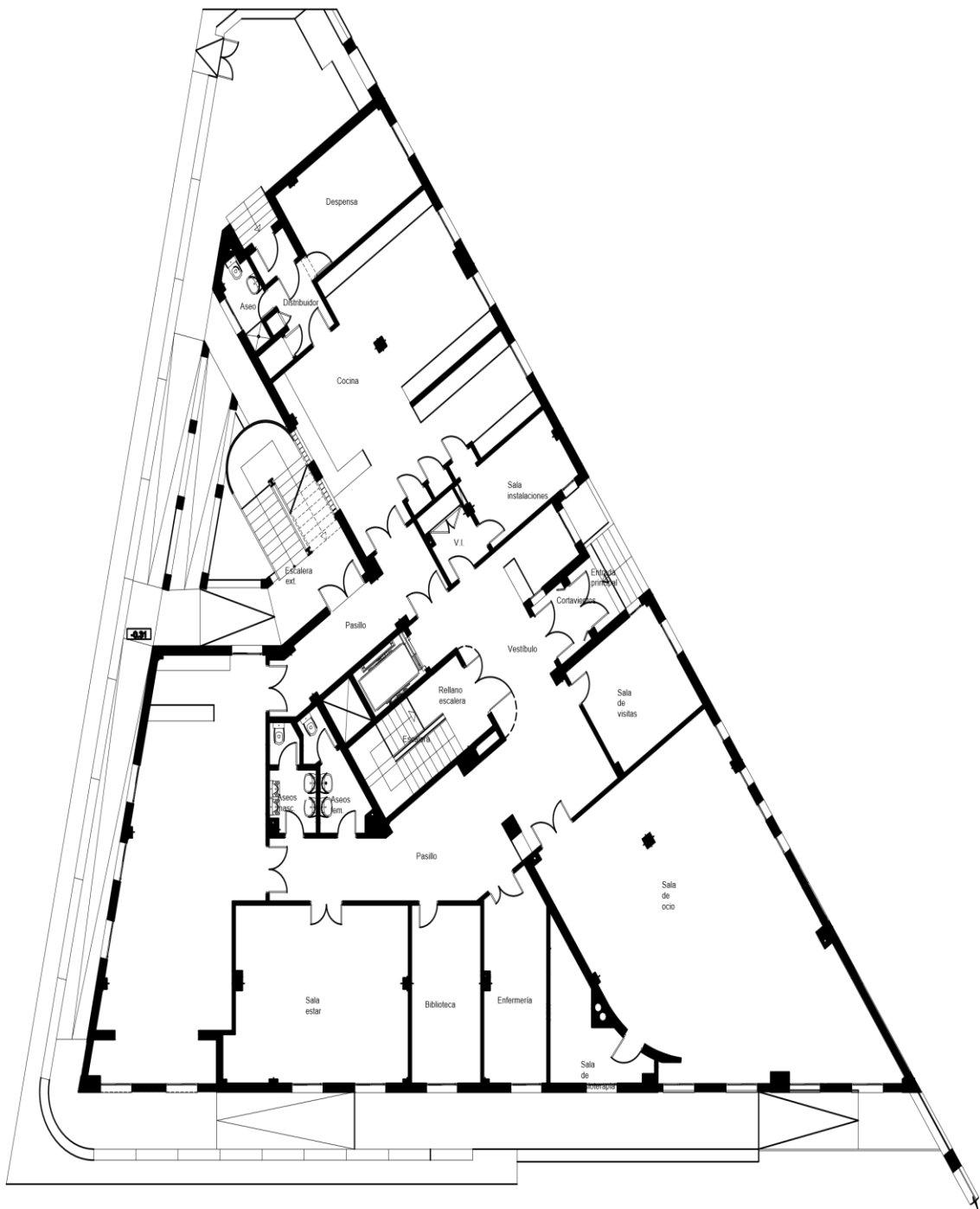
8 REFERENCIAS

- [1] «Proyecto de Real Decreto por el que se regula el programa de ayudas para actuaciones de rehabilitación energética en edificios existentes del sector terciario (PREE terciario) y la concesión directa de las ayudas a las CCAA y ciudades de Ceuta y Melilla,» 2022.
- [2] E. M. S. Castelo, «Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual,» 2019.
- [3] «Acciona,» [En línea]. Disponible en: https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/?_adin=02021864894. [Último acceso: 15 9 2022].
- [4] K. H. O. Palafox, «Sustentabilidad global: Principios y acuerdos internacionales,» 23 06 2019.
- [5] «miteco.gob,» 26 9 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/CMNUCC.aspx>.
- [6] «miteco.gob,» [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.aspx>. [Último acceso: 26 9 2022].
- [7] K. Gutman, «¿Qué es la COP15 de Copenhague y por qué es el evento ambiental del año?,» 2 10 2009.
- [8] G. y. R. M.V. [En línea]. Disponible en: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14177/BC3_PB_2013_SI_01_ES.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 26 09 2022].
- [9] «miteco.gob,» 26 09 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx>.
- [10] L. Montes, «Lo que pudo ser y no fue la Cumbre del Clima de Madrid, en 3 minutos,» 16 12 2019.
- [11] M. Schloss, «COP 26: ¿HACIA DONDE SE VA?,» p. 10, 12 2021.
- [12] «Google Maps,» [En línea]. Disponible en: <https://www.google.es/maps/?hl=es>. [Último acceso: 14 5 2022].
- [13] «Documento Básico HE de Ahorro de Energía del código técnico de la edificación».
- [14] «Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación».
- [15] «ASOCIACIÓN FABRICANTES MORTEROS Y SATE,» [En línea]. Disponible en: <https://anfapa.com/sate/definicion-del-sistema>. [Último acceso: 04 09 2022].
- [16] «Ingenieros,» [En línea]. Disponible en: <https://www.ingenieros.es/noticias/ver/como-el-vidrio-puede-ayudar-en-la-calidad-de-la-eficiencia-de-la-ventana/8118>. [Último acceso: 02 09 2022].
- [17] M. I. D. Regodón y J. A. T. Ríos., «Pérdidas de calor y formación de condensaciones en los puentes térmicos de los edificios,» 2005.

- [18] J. Jiménez, «Guia Basica Calderas Condensacion,» Madrid.
- [19] «Certificadosenergeticos,» [En línea]. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/eficiencia-calderas-condensacion>. [Último acceso: 02 09 2022].
- [20] C. Barrera Puigdollers, N. Betoret Valls, M. Castelló Gómez y É. Pérez Esteve, «Aspectos básicos relacionados con el funcionamiento de una caldera,» Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia, 2018.
- [21] «Calor y frio,» [En línea]. Disponible en: <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor.html>. [Último acceso: 11 09 2022].
- [22] IDAE, «Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor,» 2022.
- [23] «Climadesign,» [En línea]. Disponible en: <https://www.climadesign.com.ar/info/aire-acondicionado-vrf>. [Último acceso: 05 09 2022].
- [24] «Omie,» [En línea]. Disponible en: <https://www.omie.es/>. [Último acceso: 15 9 2022].
- [25] «Endesa,» [En línea]. Disponible en: <https://www.endesa.com/es/luz-y-gas/gas/tarifa-one-gas>. [Último acceso: 15 9 2022].
- [26] «avebiom,» [En línea]. Disponible en: <https://www.avebiom.org/proyectos/indice-precios-biomasa-al-consumidor>. [Último acceso: 15 9 2022].

9.1 Planos

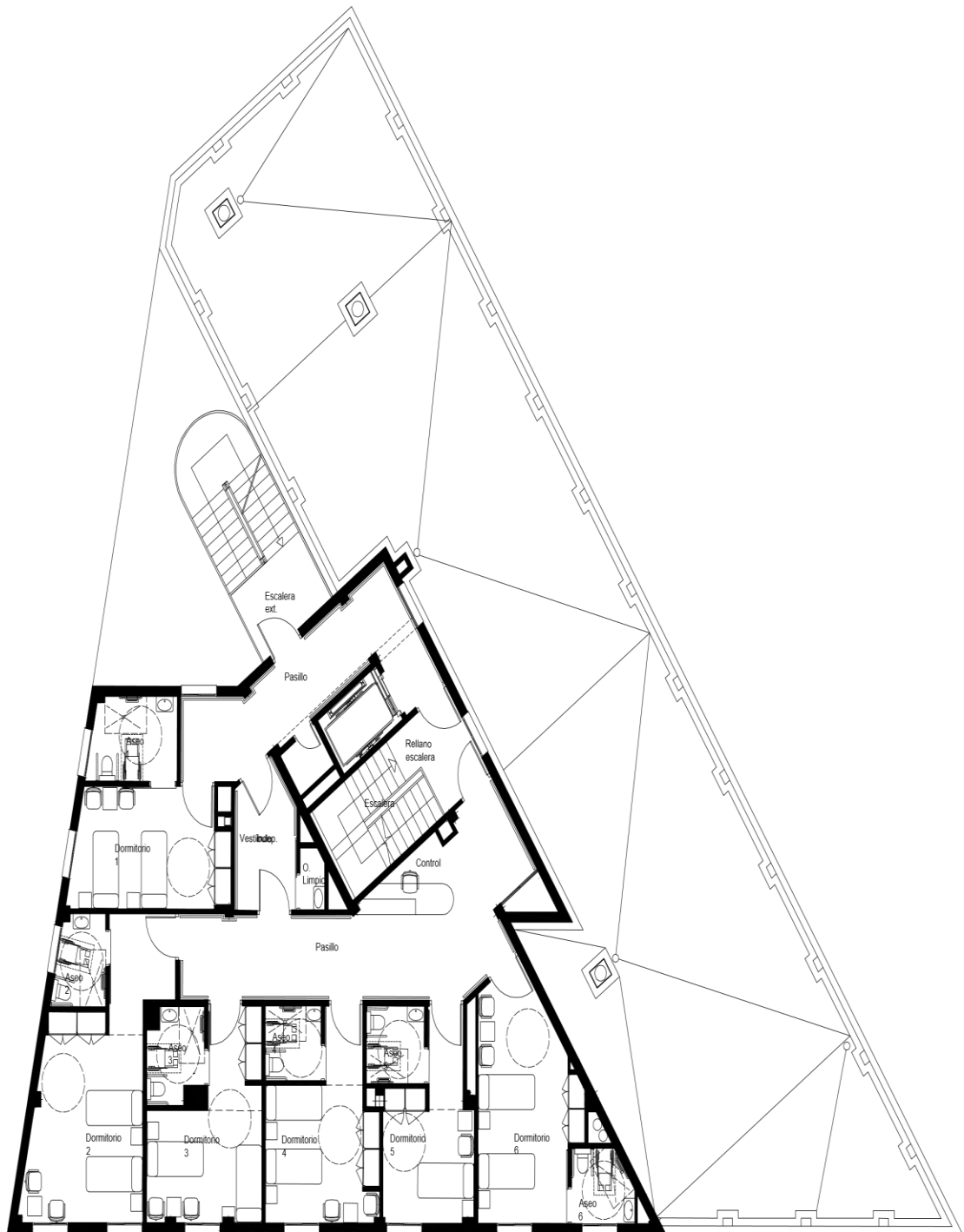
- Plano de la planta baja.



- Plano primera planta.



- Plano segunda planta.



9.2 Cargas térmicas

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del edificio	Edificio Terciario
Referencia	
Fecha	15/7/2022
Empresa	
Autor	
Localidad	Madrid
Dirección	
Normativa construcción	CTE(Despues de 2013)

CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO PARA CARGAS TÉRMICAS

Ciudad	Madrid (Retiro) (3195)
Altitud[m]	667.00
Latitud[°]	40.41
Temperatura terreno[°C]	5.00
Temperatura exterior máxima[°C]	33.70
Humedad relativa coincidente	30.58
Temperatura exterior mínima[°C]	0.40
Humedad relativa coincidente calefacción	71.50
Oscilación media anual[°C]	35.70
Oscilación media diaria[°C]	13.30
Oscilación media diaria invierno[°C]	0.50

CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO PARA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Fichero de datos climatológicos para cálculo de demanda	bin\madrid.bin
---	----------------

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Superficie acondicionada [m ²]	1271
Volumen aire acondicionado [m ³]	3813
Superficie no acondicionada [m ²]	0

CÁLCULOS

Resumen de cargas térmicas en refrigeración

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 14; Mes: Agosto	106,57	93,56	117	13112,12	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 14; Mes: Agosto	106,57	93,56	117	13112,12	-	-	-
P1_E1	Hora: 14; Mes: Agosto	8.40	7.41	121	995.92	-	-	-
P1_E2	Hora: 15;	2.56	2.33	149	248.23	-	-	-

	Mes: Julio							
P1_E9	Hora: 13; Mes: Agosto	5.07	4.49	125	584.12	-	-	-
P1_E10	Hora: 13; Mes: Agosto	2.36	2.12	144	235.01	-	-	-
P1_E11	Hora: 13; Mes: Agosto	1.99	1.75	119	241.89	-	-	-
P1_E12	Hora: 13; Mes: Agosto	1.55	1.37	126	176.21	-	-	-
P1_E13	Hora: 13; Mes: Agosto	11.02	9.62	114	1397.91	-	-	-
P1_E14	Hora: 15; Mes: Agosto	1.94	1.71	120	232.50	-	-	-
P1_E17	Hora: 15; Mes: Agosto	0.94	0.85	141	96.18	-	-	-
P1_E19	Hora: 13; Mes: Agosto	6.67	5.76	105	911.45	-	-	-
P2_E2	Hora: 13; Mes: Agosto	2.58	2.27	121	305.63	-	-	-
P2_E3	Hora: 13; Mes: Agosto	2.44	2.13	112	314.42	-	-	-
P2_E7	Hora: 13; Mes: Agosto	1.65	1.45	116	204.98	-	-	-
P2_E11	Hora: 13; Mes: Agosto	1.83	1.60	115	228.34	-	-	-
P2_E14	Hora: 13; Mes: Agosto	2.12	1.84	112	271.80	-	-	-
P2_E15	Hora: 13; Mes:	1.72	1.51	114	217.47	-	-	-

	Agosto							
P2_E18	Hora: 13; Mes: Julio	1.63	1.44	115	204.80	-	-	-
P2_E19	Hora: 13; Mes: Julio	1.61	1.41	115	201.04	-	-	-
P2_E21	Hora: 15; Mes: Agosto	4.60	4.02	115	574.34	-	-	-
P2_E22	Hora: 14; Mes: Agosto	2.19	1.91	114	276.91	-	-	-
P2_E25	Hora: 13; Mes: Agosto	1.72	1.50	114	216.96	-	-	-
P2_E27	Hora: 13; Mes: Julio	1.62	1.43	115	202.84	-	-	-
P2_E28	Hora: 13; Mes: Julio	1.59	1.40	115	198.48	-	-	-
P2_E29	Hora: 13; Mes: Julio	1.57	1.39	115	196.85	-	-	-
P2_E30	Hora: 14; Mes: Julio	1.63	1.44	117	199.94	-	-	-
P2_E35	Hora: 15; Mes: Agosto	4.85	4.31	129	542.19	-	-	-
P2_E36	Hora: 13; Mes: Agosto	6.38	5.48	103	894.76	-	-	-
P2_E37	Hora: 13; Mes: Agosto	2.05	1.79	114	258.60	-	-	-
P3_E2	Hora: 15; Mes: Julio	2.83	2.55	135	302.46	-	-	-
P3_E3	Hora: 15; Mes: Agosto	2.12	1.86	116	264.34	-	-	-
P3_E8	Hora: 14; Mes: Agosto	2.57	2.27	124	299.42	-	-	-

P3_E11	Hora: 13; Mes: Agosto	2.06	1.80	116	255.70	-	-	-
P3_E13	Hora: 14; Mes: Agosto	2.08	1.82	116	257.56	-	-	-
P3_E14	Hora: 13; Mes: Agosto	1.83	1.61	117	225.88	-	-	-
P3_E15	Hora: 14; Mes: Agosto	2.50	2.19	118	305.04	-	-	-
P3_E20	Hora: 14; Mes: Agosto	4.30	3.73	108	572.04	-	-	-

Resumen de cargas térmicas en calefacción

Elemento	Fecha máximo	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Ventilación [m ³ /hora]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	Hora: 8; Mes: Enero	-149,46	-108,27	-164	13112,21	-	-	-
Zona_dem_1	Hora: 8; Mes: Enero	-149,46	-108,27	-164	13112,21	-	-	-
P1_E1	Hora: 8; Mes: Enero	-11.81	-8.68	-171	995.92	-	-	-
P1_E2	Hora: 8; Mes: Febrero	-3.35	-2.56	-194	248.23	-	-	-
P1_E9	Hora: 8; Mes: Febrero	-7.38	-5.53	-182	584.12	-	-	-
P1_E10	Hora: 8; Mes: Febrero	-3.54	-2.79	-217	235.01	-	-	-
P1_E11	Hora: 8; Mes: Enero	-2.78	-2.02	-165	241.89	-	-	-
P1_E12	Hora: 8;	-2.18	-1.62	-178	176.21	-	-	-

	Mes: Febrero							
P1_E13	Hora: 8; Mes: Enero	-15.63	-11.25	-161	1397.91	-	-	-
P1_E14	Hora: 8; Mes: Febrero	-2.94	-2.20	-182	232.50	-	-	-
P1_E17	Hora: 8; Mes: Febrero	-1.40	-1.10	-210	96.18	-	-	-
P1_E19	Hora: 8; Mes: Enero	-9.72	-6.86	-154	911.45	-	-	-
P2_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-3.52	-2.56	-166	305.63	-	-	-
P2_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-3.30	-2.31	-151	314.42	-	-	-
P2_E7	Hora: 8; Mes: Enero	-2.18	-1.54	-153	204.98	-	-	-
P2_E11	Hora: 8; Mes: Enero	-2.45	-1.73	-154	228.34	-	-	-
P2_E14	Hora: 8; Mes: Enero	-2.98	-2.13	-158	271.80	-	-	-
P2_E15	Hora: 8; Mes: Enero	-2.42	-1.74	-160	217.47	-	-	-
P2_E18	Hora: 8; Mes: Enero	-2.29	-1.65	-161	204.80	-	-	-
P2_E19	Hora: 8; Mes: Enero	-2.25	-1.62	-161	201.04	-	-	-
P2_E21	Hora: 8; Mes: Enero	-6.23	-4.43	-156	574.34	-	-	-
P2_E22	Hora: 8;	-3.21	-2.34	-167	276.91	-	-	-

	Mes: Enero							
P2_E25	Hora: 8; Mes: Enero	-2.43	-1.75	-161	216.96	-	-	-
P2_E27	Hora: 8; Mes: Enero	-2.27	-1.63	-161	202.84	-	-	-
P2_E28	Hora: 8; Mes: Enero	-2.22	-1.60	-161	198.48	-	-	-
P2_E29	Hora: 8; Mes: Enero	-2.21	-1.59	-161	196.85	-	-	-
P2_E30	Hora: 8; Mes: Enero	-2.40	-1.77	-173	199.94	-	-	-
P2_E35	Hora: 8; Mes: Enero	-6.19	-4.49	-164	542.19	-	-	-
P2_E36	Hora: 8; Mes: Enero	-8.92	-6.11	-143	894.76	-	-	-
P2_E37	Hora: 8; Mes: Enero	-2.76	-1.94	-153	258.60	-	-	-
P3_E2	Hora: 8; Mes: Enero	-3.80	-2.86	-181	302.46	-	-	-
P3_E3	Hora: 8; Mes: Enero	-2.91	-2.08	-159	264.34	-	-	-
P3_E8	Hora: 8; Mes: Enero	-3.60	-2.66	-173	299.42	-	-	-
P3_E11	Hora: 8; Mes: Enero	-2.85	-2.05	-161	255.70	-	-	-
P3_E13	Hora: 8; Mes: Enero	-2.93	-2.12	-164	257.56	-	-	-
P3_E14	Hora: 8;	-2.52	-1.81	-160	225.88	-	-	-

	Mes: Enero							
P3_E15	Hora: 8; Mes: Enero	-3.56	-2.61	-168	305.04	-	-	-
P3_E20	Hora: 8; Mes: Enero	-6.33	-4.54	-159	572.04	-	-	-

9.3 Presupuestos

9.3.1 Desmontajes

DLC010 Ud Desmontaje de hoja de carpintería exterior.

10,66€

Desmontaje de hoja de carpintería acristalada de cualquier tipo situada en fachada, de menos de 3 m² de superficie, con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que está sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Mano de obra			
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,559	18,69	10,45
		Subtotal mano de obra:			10,45
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,45	0,21
		Costes directos (1+2):			10,66

DIC010 Ud Desmontaje de radiador.

31,88€

Desmontaje de radiador de 40 kg de peso máximo, con medios manuales, dejando la toma y la salida con tapones provisionales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	0,794	20,48	16,26
mo103	h	Ayudante calefactor.	0,794	18,88	14,99
		Subtotal mano de obra:			31,25
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	31,25	0,63
		Costes directos (1+2):			31,88

DIC030 Ud Desmontaje de unidad interior de aire acondicionado.

90,14€

Desmontaje de unidad interior de sistema de aire acondicionado, de pared, de 50 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	1,955	20,48	40,04
mo103	h	Ayudante calefactor.	1,955	18,88	36,91
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,611	18,69	11,42
		Subtotal mano de obra:			88,37
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	88,37	1,77
		Costes directos (1+2):			90,14

DIC030 Ud Desmontaje de unidad exterior de aire acondicionado 105,98€

Desmontaje de unidad exterior de sistema de aire acondicionado, de 100 kg de peso máximo, con medios manuales, y carga manual sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje de los accesorios y de los soportes de fijación y la obturación de las conducciones conectadas al elemento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Mano de obra					
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	2,332	20,48	47,76
mo103	h	Ayudante calefactor.	2,332	18,88	44,03
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,648	18,69	12,11
Subtotal mano de obra:					103,90
2					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	103,90	2,08
Costes directos (1+2):					105,98

DIC020 Ud Desmontaje de caldera. 294,49€

Desmontaje de caldera a gas y sus componentes, de 200 kW de potencia calorífica máxima, con medios manuales y mecánicos, y recuperación, acopio y montaje del material en el mismo emplazamiento, y carga mecánica sobre camión o contenedor. El precio incluye el desmontaje del material de sujeción, de los accesorios y de las piezas especiales y el desmontaje de la bancada metálica de apoyo.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt38www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.	1,000	1,68	1,68
Subtotal materiales:					1,68
2					
Equipo y maquinaria					
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	2,318	55,38	128,37
Subtotal equipo y maquinaria:					128,37
3					
Mano de obra					
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	3,422	20,48	70,08
mo103	h	Ayudante calefactor.	3,422	18,88	64,61
mo113	h	Peón ordinario construcción.	1,283	18,69	23,98
Subtotal mano de obra:					158,67
4					
Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	288,72	5,77
Costes directos (1+2+3+4):					294,49

DII010 Ud Desmontaje de luminaria. 3,29€

Desmontaje de luminaria interior situada a menos de 3 m de altura, empotrada con medios manuales, sin deteriorar los elementos constructivos a los que pueda estar sujeta, y carga manual sobre camión o contenedor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Mano de obra					
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,082	20,48	1,68
mo102	h	Ayudante electricista.	0,082	18,88	1,55
Subtotal mano de obra:					3,23
2					
Costes directos complementarios					

%	Costes directos complementarios	2,000	3,23	0,06
		Costes directos (1+2):		3,2

9.3.2 Huecos

LVC011 **m²** **Doble acristalamiento de baja emisividad térmica.** **136,32€**

Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/20/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 20 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor; 30 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt21veg011xaTca	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica, 4/20/6 color azul, conjunto formado por vidrio exterior de baja emisividad térmica de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 20 mm, y vidrio interior templado, de color azul de 6 mm de espesor; 30 mm de espesor total.	1,006	112,37	113,04
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A aproximada de 23, según UNE-EN ISO 868 y recuperación elástica >=80%, según UNE-EN ISO 7389.	0,580	5,77	3,35
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					117,65
2					
Mano de obra					
mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,387	21,22	8,21
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,387	20,12	7,79
Subtotal mano de obra:					16,00
3					
Costes directos complementarios					
%	Costes directos complementarios		2,000	133,65	2,67
Coste de mantenimiento decenal: 28,63€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		136,32

LVC012 **m²** **Doble acristalamiento de baja emisividad térmica y seguridad (laminar).** **203,32€**

Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), de color azul 6/10/4+4, conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo; espesor total 24 mm, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1					
Materiales					
mt21veg025idgba	m ²	Doble acristalamiento templado, de baja emisividad térmica y seguridad (laminar), de color azul 6/10/4+4, conjunto formado por vidrio exterior templado de color azul 6 mm cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior laminar de baja emisividad térmica 4+4 mm compuesto por dos lunas de vidrio de 4 mm, unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo; espesor total 24 mm.	1,006	177,65	178,72
mt21vva015a	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona neutra, incolora, dureza Shore A aproximada de 23, según UNE-EN ISO 868 y recuperación elástica >=80%, según UNE-EN ISO 7389.	0,580	5,77	3,35
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
Subtotal materiales:					183,33
2					
Mano de obra					

mo055	h	Oficial 1ª cristalero.	0,387	21,22	8,21
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,387	20,12	7,79
			Subtotal mano de obra:		16,00
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	199,33	3,99
Coste de mantenimiento decenal: 42,70€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		203,32

LCM015 Ud Carpintería exterior de madera. 589,57€

Carpintería exterior de madera de pino, para ventana abisagrada, formada por una hoja oscilobatiente, de apertura hacia el interior de 1200x1000 mm, hoja de 68x78 mm de sección y marco de 68x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera; con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 21 mm y máximo de 32 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,43 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesto de una primera mano de impregnación para la protección preventiva de la madera contra hongos y ataques de insectos xilófagos, y posterior aplicación de una capa de terminación de 220 micras, acabado mate satinado, de alta resistencia frente a la acción de los rayos UV y de la intemperie; incluso aplicación de masilla selladora para juntas; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación; sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. El precio no incluye el sistema de triple barrera.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt22gen010aem	Ud	Ventana de madera de pino, una hoja oscilobatiente, dimensiones 1200x1000 mm, acabado mediante sistema de barnizado translúcido, compuesta de hoja de 68x78 mm y marco de 68x78 mm, moldura clásica, junquillos, tapajuntas de madera maciza de 70x15 mm y vierteaguas en el perfil inferior, con soporte de aluminio anodizado y revestimiento exterior de madera, doble junta perimetral de estanqueidad de goma de caucho termoplástica, con capacidad para recibir un acristalamiento con un espesor mínimo de 21 mm y máximo de 32 mm; coeficiente de transmisión térmica del marco de la sección tipo Uh,m = 1,43 W/(m²K), con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1200, según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase 5, según UNE-EN 12210; herraje perimetral de cierre y seguridad con nivel de seguridad WK1, según UNE-EN 1627, apertura mediante falleba de palanca, manilla en colores estándar y apertura de microventilación, Según UNE-EN 14351-1.	1,000	533,30	533,30
			Subtotal materiales:		533,30
2		Mano de obra			
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	1,139	20,22	23,03
mo058	h	Ayudante carpintero.	1,139	19,03	21,68
			Subtotal mano de obra:		44,71
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	578,01	11,56
Coste de mantenimiento decenal: 147,39€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		589,57

LCP060 Ud Carpintería exterior de PVC. 474,58€

Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x1000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado especial en las dos caras, color a elegir, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt24gen030aege	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior, dimensiones 1200x1000 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado foliado especial en las dos caras, color a elegir, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, según UNE-EN 14351-1.	1,000	334,01	334,01
mt25pco015aaaa	m ²	Persiana enrollable de lamas de PVC, de 37 mm de altura, color blanco, equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con cinta y recogedor para accionamiento manual, en carpintería de aluminio o de PVC, incluso cajón incorporado (monoblock), de 166x170 mm, de PVC acabado estándar, con permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207 y transmitancia térmica mayor de 2,2 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$. Según UNE-EN 13659.	1,260	56,65	71,38
mt22www010a	Ud	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,748	5,29	3,96
mt22www050a	Ud	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura $\geq 800\%$, según UNE-EN ISO 8339.	0,748	4,73	3,54
Subtotal materiales:					412,89
2 Mano de obra					
mo018	h	Oficial 1ª cerrajero.	1,604	20,19	32,38
mo059	h	Ayudante cerrajero.	1,055	18,96	20,00
Subtotal mano de obra:					52,38
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	465,27	9,31
Coste de mantenimiento decenal: 42,71€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		474,58

9.3.3 Mejoras envolvente

NAS010 m² **Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS.** **21,65€**

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 100 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 2,63 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pep010ah	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 100 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 2,63 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	14,95	15,70
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
Subtotal materiales:					16,94
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48	2,23
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	18,92	2,06
Subtotal mano de obra:					4,29
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	21,23	0,42
Coste de mantenimiento decenal: 0,43€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		21,65

NAS010 m² **Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS.** **28,05€**

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 140 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 3,68 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pep010aj	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 140 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 3,68 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	20,92	21,97
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
Subtotal materiales:					23,21
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48	2,23
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	18,92	2,06
Subtotal mano de obra:					4,29
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	27,50	0,55
Coste de mantenimiento decenal: 0,56€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		28,05

NAS010 **m²** **Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS** **31,24€**

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 160 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 4,21 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pep010al	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 160 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 4,21 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	23,90	25,10
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
Subtotal materiales:					26,34
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48	2,23
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	18,92	2,06
Subtotal mano de obra:					4,29
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	30,63	0,61
Coste de mantenimiento decenal: 0,62€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		31,24

NAS010 **m²** **Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS** **34,46€**

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 180 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 4,74 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pep010am	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 180 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 4,74 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	26,90	28,25
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
Subtotal materiales:					29,49
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48	2,23
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	18,92	2,06
Subtotal mano de obra:					4,29
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	33,78	0,68
Coste de mantenimiento decenal: 0,69€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		34,46

NAS010 m² Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS.

37,64€

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 200 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 5,26 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pep010an	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 200 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 5,26 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	29,88	31,37
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
Subtotal materiales:					32,61
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48	2,23
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	18,92	2,06
Subtotal mano de obra:					4,29
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	36,90	0,74
Coste de mantenimiento decenal: 0,75€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		37,64

NAL035 m² Aislamiento térmico de suelos flotantes, con placas de nódulos de poliestireno.

19,51€

Aislamiento térmico de suelos flotantes "SCHLÜTER-SYSTEMS", formado por cinta perimetral de espuma de polietileno reticulada de celdas cerradas, de 8x100 mm, con film de polietileno en el pie, con adhesivo para fijación al paramento vertical, modelo Schlüter-BEKOTEC-BRSK 810, placa de nódulos, de poliestireno expandido (EPS), 75,5x106 cm, modelo Schlüter-BEKOTEC-EN 2520 P.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt17sch010d	m ²	Placa de nódulos, de poliestireno expandido (EPS), 75,5x106 cm, modelo Schlüter-BEKOTEC-EN 2520 P "SCHLÜTER-SYSTEMS", para tubo de 16 mm de diámetro, paso del tubo múltiplo de 7,5 cm, unión entre placas mediante machihembrado, adecuada para bases de pavimento de mortero de cemento convencional.	1,000	16,14	16,14
mt38sch030b	m	Cinta perimetral de espuma de polietileno reticulada de celdas cerradas, de 8x100 mm, con film de polietileno en el pie, con adhesivo para fijación al paramento vertical, modelo Schlüter-BEKOTEC-BRSK 810 "SCHLÜTER-SYSTEMS".	0,600	1,24	0,74
Subtotal materiales:					16,88
2 Mano de obra					
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,057	20,48	1,17
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,057	18,92	1,08
Subtotal mano de obra:					2,25
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	19,13	0,38
Coste de mantenimiento decenal: 2,57€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		19,51

9.3.4 Luminarias

Ud Luminaria

26,16€

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
	Ud	Bombilla LED 5W (50W/385lm) 2-Light Settings GU10 - Philips	1,000	11	11
Subtotal materiales:					11
2 Mano de obra					
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,400	19,11	7,64
mo102	h	Ayudante electricista.	0,400	17,50	7,00
Subtotal mano de obra:					14,64
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	25,64	0,52
Coste de mantenimiento decenal: 78,51€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 26,16		


Ud Luminaria

81,15€

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
	Ud	Philips Fortimo LED Line 1ft 1100lm 840 3R HV3	1,000	49,06	49,06
Subtotal materiales:					49,06
2 Mano de obra					
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,400	19,11	7,64
mo102	h	Ayudante electricista.	0,400	17,50	7,00
Subtotal mano de obra:					14,64
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	63,7	1,27
Coste de mantenimiento decenal: 78,51€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 81,15		

9.3.5 Agua caliente sanitaria

Energía Solar Térmica

	SISTEMAS SOLARES					
	TIPO	MODELO	DESCRIPCIÓN	EAN-13	CÓDIGO	PRECIO (€)
	CAPTADORES SOLARES	ICARO 2.3 VF	Captador solar plano selectivo de alto rendimiento, de 2,3 m ² , con disposición vertical	8430709130074	13007	665
		ICARO 2.3 HF	Captador solar plano selectivo de alto rendimiento, de 2,3 m ² , con disposición horizontal	8430709130050	13005	710
		ICARO 2.0 VF	Captador solar plano selectivo con disposición vertical	8430709130067	13006	625

Interacumuladores MILOX / IN						
<i>Producción de A.C.S. mediante energía solar / en acero inoxidable AISI-316</i>						
MODELO	CAPACIDAD (litros)	SUPERFICIE DE INTERCAMBIO inf. (m ²)	MEDIDAS (mm) alto x ancho	EAN-13	CÓDIGO	PRECIO (€)
SIN BOCA DE REGISTRO Y PATAS						
MILOX/IN 80 P n	80	0,76	1070 x 440	8430709134287	13428	900
MILOX/IN 100 P n	100	0,76	952 x 520	8430709134300	13430	1.065
MILOX/IN 150 P n	150	0,98	1202 x 520	8430709134324	13432	1.130
MILOX/IN 200 P n	200	1,15	1502 x 520	8430709134348	13434	1.285
MILOX/IN 300 P n	300	1,47	1866 x 560	8430709134362	13436	2.295
MILOX/IN 500 P n	500	2,11	1904 x 670	8430709134379	13437	3.220
MILOX/IN 750 P n	750	2,74	1754 x 900	8430709134386	13438	3.945
SIN BOCA DE REGISTRO, PARA COLGAR						
MILOX/IN 80 C n	80	0,76	1000 x 440	8430709134294	13429	900
MILOX/IN 100 C n	100	0,76	882 x 520	8430709134317	13431	1.065
MILOX/IN 150 C n	150	0,98	1132 x 520	8430709134331	13433	1.130
MILOX/IN 200 C n	200	1,15	1432 x 520	8430709134355	13435	1.285
CON BOCA DE REGISTRO Y PATAS						
MILOX/IN 300 PB n	300	1,47	1866 x 560	8430709134393	13439	2.960
MILOX/IN 500 PB n	500	2,11	1904 x 670	8430709134409	13440	3.885
MILOX/IN 750 PB n	750	2,74	1754 x 900	8430709134416	13441	4.610
MILOX/IN 1000 PB n	1000	3,04	2039 x 900	8430709134423	13442	6.790
MILOX/IN 1500 PB n	1500	3,59	1845 x 1260	8430709134430	13443	7.990
MILOX/IN 2000 PB n	2000	4,35	2345 x 1260	8430709134447	13444	10.605
MILOX/IN 2500 PB n	2500	5,08	1960 x 1510	8430709134454	13445	13.310
MILOX/IN 3000 PB n	3000	6,5	2460 x 1510	8430709134461	13446	16.130

Para Modelos ICARO 2.3 H					
Estructuras para cubierta plana					
ECP-ICARO H 1	1	8430709125001	12500		210
ECP-ICARO H 2	2	8430709125018	12501		310
ECP-ICARO H 3	3	8430709125025	12502		475
ECP-ICARO H 4	4	8430709125032	12503		640
Estructuras para cubierta inclinada genérica (con anclaje por tornillo pasantes)					
ECI-ICARO H 1	1	8430709125063	12506		160
ECI-ICARO H 2	2	8430709125070	12507		300
ECI-ICARO H 3	3	8430709125087	12508		435
ECI-ICARO H 4	4	8430709125094	12509		580
Estructuras para cubierta de teja (con anclaje por gancho tipo S)					
ECT-ICARO H 1	1	8430709125124	12512		160
ECT-ICARO H 2	2	8430709125131	12513		295
ECT-ICARO H 3	3	8430709125148	12514		435
ECT-ICARO H 4	4	8430709125155	12515		570

ICG235 Ud **Caldera a gas, colectiva, de condensación, de pie, de hierro fundido.** **12.040,90€**

Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 115 kW, peso 650 kg, dimensiones 2075x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, de 5 elementos ensamblados,. Incluso válvula de seguridad, purgadores, pirotato y desagüe a sumidero para el vaciado de la caldera y el drenaje de la válvula de seguridad, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			

mt38cbu067ab	Ud	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M y condensador exterior, para quemador presurizado de gas, potencia útil 115 kW, peso 650 kg, dimensiones 2075x880x1035 mm, con cuadro de regulación para la regulación de la caldera en función de la temperatura exterior, de un circuito de calefacción, del circuito de A.C.S. y del circuito de recirculación de A.C.S., con sonda de temperatura exterior, de 5 elementos ensamblados.	1,000	9.810,88	9.810,88
mt38ccg110c	Ud	Quemador presurizado modulante para gas, de potencia máxima 120 kW, con encendido electrónico.	1,000	1.550,00	1.550,00
mt35aia010a	m	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	10,000	0,26	2,60
mt35cun020a	m	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1a,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	20,000	0,41	8,20
mt37svs010a	Ud	Válvula de seguridad, de latón, con rosca de 1/2" de diámetro, tarada a 3 bar de presión.	1,000	4,42	4,42
mt37sgl020d	Ud	Purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,000	6,92	13,84
mt38sss120	Ud	Pirostato de rearme manual.	1,000	70,41	70,41
mt38www050	Ud	Desagüe a sumidero, para el drenaje de la válvula de seguridad, compuesto por 1 m de tubo de acero negro de 1/2" y embudo desagüe, incluso accesorios y piezas especiales.	1,000	15,00	15,00
mt38ccg021a	Ud	Puesta en marcha del quemador para gas.	1,000	150,00	150,00
mt38www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de calefacción.	1,000	1,68	1,68
mt37www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones de fontanería.	1,000	1,40	1,40
			Subtotal materiales:		11.628,43
2	Mano de obra				
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	4,481	20,48	91,77
mo103	h	Ayudante calefactor.	4,481	18,88	84,60
			Subtotal mano de obra:		176,37
3	Costes directos complementarios				
%	Costes directos complementarios		2,000	11.804,80	236,10
Coste de mantenimiento decenal: 11.438,86€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		12.040,90

ICQ015 Ud Caldera para la combustión de pellets. 31.699,48€

Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 23,2 a 101 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1690x846x1178 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción, base de apoyo antivibraciones, motor inductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 40 mm de diámetro y bomba de circulación, sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, regulador de tiro de 200 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, conexión antivibración para conducto de humos de 200 mm de diámetro, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				

mt38cbh018bpc	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 23,2 a 101 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1690x846x1178 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con parrilla móvil con sistema automático de limpieza mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de recogida y extracción de cenizas del módulo de combustión y depósito de cenizas extraíble, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, del acumulador de A.C.S., del depósito de inercia y de la válvula mezcladora para un rápido calentamiento del circuito de calefacción.	1,000	20.525,70	20.525,70
mt38cbh084a	Ud	Motor inductor trifásico, a 400 V, para almacén intermedio de caldera Firematic.	1,000	1.574,63	1.574,63
mt38cbh099c	Ud	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.	1,000	140,40	140,40
mt38cbh097a	Ud	Limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	1,000	79,95	79,95
mt38cbh085dda	Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 40 mm de diámetro y bomba de circulación, para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	1,000	2.006,55	2.006,55
mt38cbh320b	Ud	Sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, formado por tubo de 2776 mm de longitud, de acero inoxidable, con dos curvas, tornillo sinfín flexible, motor de vaciado, pilar y cabezal de transferencia de la ceniza.	1,000	2.386,80	2.386,80
mt38cbh321a	Ud	Cajón de cenizas de acero galvanizado, de 240 litros, para sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible, con apertura por la parte superior.	1,000	944,78	944,78
mt38cbh091d	Ud	Conexión antivibración para conducto de humos de 200 mm de diámetro.	1,000	269,10	269,10
mt38cbh096c	Ud	Regulador de tiro de 200 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, para caldera.	1,000	335,40	335,40
mt38cbh322a	Ud	Montaje de sistema de extracción de cenizas con transportador helicoidal sinfín flexible.	1,000	151,13	151,13
mt38cbh102b	Ud	Supervisión y dirección del procedimiento de ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	1,000	741,00	741,00
mt38cbh103b	Ud	Ensamblaje y conexionado interno de caldera de biomasa.	1,000	1.316,25	1.316,25
mt38cbh100b	Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	1,000	349,05	349,05
			Subtotal materiales:		30.820,74
2	Mano de obra				
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	6,534	20,48	133,82
mo103	h	Ayudante calefactor.	6,534	18,88	123,36
			Subtotal mano de obra:		257,18
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	31.077,92	621,56
Coste de mantenimiento decenal: 14.264,77€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		31.699,48



Bomba de calor de ACS Aquathermic HT 100

Referencia 3IEE0007

★★★★★

-38% 82.328,40 €

51.043,61 €

Impuestos incluidos
Plazo de Entrega: CONSULTAR

Bomba de calor de ACS Aquathermic HT 100, 100 kW de potencia calorífica, 86000 frigorías, 62 dB, refrigerante R744, COP 4

1

Ficha Técnica

Bombas de Calor - Potencia Kw	100
Bombas de Calor - Potencia Frigorías	86000
Bombas de Calor - Tipo	Monobloc
Bombas de Calor - Clase energética	A
Bombas de Calor - Alto unidad interior mm	2400
Bombas de Calor - Peso unidad interior Kg	1350
Bombas de Calor - Nivel sonoro unidad interior db	62
Bombas de Calor - Referencia ud interior	3IEE0003
Bombas de Calor - COP	4.00
Bombas de Calor - ACS	Si

9.3.6 Refrigeración

IBB020 Ud Unidad exterior de aire acondicionado, con recuperación de calor.

40.764,16€

Combinación de tres unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF con recuperación de calor, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), serie RDCI, modelo 2 x RDCI 10/28-3 + RDCI 14/40-3 "BOSCH", formada por dos unidades modelo RDCI 10/28-3 y una unidad modelo RDCI 14/40-3, potencia frigorífica nominal 96 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C y del aire exterior 24°C), EER = 3,9, consumo eléctrico nominal en refrigeración 24,64 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 48°C, potencia calorífica nominal 108 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 15°C y del aire exterior 6°C, temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C), COP = 4,18, consumo eléctrico nominal en calefacción 25,85 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo húmedo del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 24°C, de 1615x3750x765 mm, 813 kg, caudal de aire 39000 m³/h, cuatro compresores de tipo scroll, con tecnología All DC Inverter, con capacidad de conexión de hasta 56 unidades interiores. El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				

mt42bos032a	Ud	Combinación de tres unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF con recuperación de calor, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), serie RDCI, modelo 2 x RDCI 10/28-3 + RDCI 14/40-3 "BOSCH", formada por dos unidades modelo RDCI 10/28-3 y una unidad modelo RDCI 14/40-3, potencia frigorífica nominal 96 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C y del aire exterior 24°C), EER = 3,9, consumo eléctrico nominal en refrigeración 24,64 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 48°C, potencia calorífica nominal 108 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 15°C y del aire exterior 6°C, temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C), COP = 4,18, consumo eléctrico nominal en calefacción 25,85 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo húmedo del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 24°C, de 1615x3750x765 mm, 813 kg, caudal de aire 39000 m³/h, cuatro compresores de tipo scroll, con tecnología All DC Inverter, con capacidad de conexión de hasta 56 unidades interiores.	1,000	39.130,00	39.130,00
mt42bos035b	Ud	Kit de derivación de línea frigorífica, para combinación de 3 unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF con recuperación de calor, modelo ODU-BJR03 "BOSCH", formado por tres juntas, una para la línea de líquido, otra para la línea de descarga de gas y otra para la línea de succión de gas.	1,000	450,00	450,00
			Subtotal materiales:		39.580,00
2	Mano de obra				
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	9,778	20,48	200,25
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	9,778	18,88	184,61
			Subtotal mano de obra:		384,86
3	Costes directos complementarios				
	%	Costes directos complementarios	2,000	39.964,86	799,30
Coste de mantenimiento decenal: 14.267,46€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		40.764,16

IBB010 Ud Unidad exterior de aire acondicionado. 25.196,59€

Combinación de tres unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF bomba de calor, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), serie DCI, modelo 2 x DCI 10/28-3 + DCI 18/50-3 "BOSCH", formada por dos unidades modelo DCI 10/28-3 y una unidad modelo DCI 18/50-3, potencia frigorífica nominal 106 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C y del aire exterior 24°C), EER = 3,58, consumo eléctrico nominal en refrigeración 29,6 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 48°C, potencia calorífica nominal 119 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 15°C y del aire exterior 6°C, temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C), COP = 4,04, consumo eléctrico nominal en calefacción 29,47 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo húmedo del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 24°C, de 1615x3170x765 mm, 700 kg, caudal de aire 38250 m³/h, cuatro compresores de tipo scroll, con tecnología DC Inverter en tres de ellos, con capacidad de conexión de hasta 63 unidades interiores. El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				

mt42bos012a	Ud	Combinación de tres unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF bomba de calor, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), serie DCI, modelo 2 x DCI 10/28-3 + DCI 18/50-3 "BOSCH", formada por dos unidades modelo DCI 10/28-3 y una unidad modelo DCI 18/50-3, potencia frigorífica nominal 106 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C y del aire exterior 24°C), EER = 3,58, consumo eléctrico nominal en refrigeración 29,6 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 48°C, potencia calorífica nominal 119 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 15°C y del aire exterior 6°C, temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C), COP = 4,04, consumo eléctrico nominal en calefacción 29,47 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo húmedo del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 24°C, de 1615x3170x765 mm, 700 kg, caudal de aire 38250 m³/h, cuatro compresores de tipo scroll, con tecnología DC Inverter en tres de ellos, con capacidad de conexión de hasta 63 unidades interiores.	1,000	23.915,00	23.915,00
mt42bos015b	Ud	Kit de derivación de línea frigorífica, para combinación de 3 unidades exteriores de aire acondicionado de alta eficiencia, sistema Bosch 5000 VRF, modelo ODU-BJ03 "BOSCH", formado por dos juntas, una para la línea de líquido y otra para la línea de gas.	1,000	395,00	395,00
				Subtotal materiales:	24.310,00
2	Mano de obra				
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	9,973	20,48	204,25
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	9,973	18,88	188,29
				Subtotal mano de obra:	392,54
3	Costes directos complementarios				
%	Costes directos complementarios		2,000	24.702,54	494,05
Coste de mantenimiento decenal: 8.818,81€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		25.196,59

IBH010 Ud Unidad exterior de aire acondicionado, con recuperación de calor. 32.496,16€

Unidad exterior de aire acondicionado, para sistema aire-aire multi-split, con caudal variable de refrigerante y recuperación de calor, sistema de dos tubos, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), gama City Multi, compatible con la gama Hybrid City Multi, serie R2 High COP, modelo PURY-EP500YNW-A1 "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 56 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), EER = 4,41, SEER = 7,61, consumo eléctrico nominal en refrigeración 12,69 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 52°C, potencia calorífica nominal 63 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), COP = 4,43, SCOP = 3,77, consumo eléctrico nominal en calefacción 14,21 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 50 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 150%, compresor scroll herméticamente sellado con control Inverter, 1750x1858x740 mm, peso 345 kg, presión sonora 63,5 dBA, potencia sonora 82 dBA, caudal de aire 295 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, diferencia máxima de altura de instalación 90 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 60 m si se encuentra por debajo. El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales				
mt42mee061d	Ud	Unidad exterior de aire acondicionado, para sistema aire-aire multi-split, con caudal variable de refrigerante y recuperación de calor, sistema de dos tubos, para gas R-410A, alimentación trifásica (400V/50Hz), gama City Multi, compatible con la gama Hybrid City Multi, serie R2 High COP, modelo PURY-EP500YNW-A1 "MITSUBISHI ELECTRIC", potencia frigorífica nominal 56 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C, temperatura de bulbo seco del aire exterior 35°C), EER = 4,41, SEER = 7,61, consumo eléctrico nominal en refrigeración 12,69 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en refrigeración desde -5 hasta 52°C, potencia calorífica nominal 63 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), COP = 4,43, SCOP = 3,77, consumo eléctrico nominal en calefacción 14,21 kW, rango de funcionamiento de temperatura de bulbo seco del aire exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 50 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 150%, compresor scroll herméticamente sellado con control Inverter, 1750x1858x740 mm, peso 345 kg, presión sonora 63,5 dBA, potencia sonora 82 dBA, caudal de aire 295 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, diferencia máxima de altura de instalación 90 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 60 m si se encuentra por debajo. El precio no incluye los elementos antivibratorios de suelo, la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.	1,000	31.570,00	31.570,00

exterior en calefacción desde -20 hasta 15,5°C, conectabilidad de hasta 50 unidades interiores con un porcentaje de capacidad mínimo del 50% y máximo del 150%, compresor scroll herméticamente sellado con control Inverter, 1750x1858x740 mm, peso 345 kg, presión sonora 63,5 dBA, potencia sonora 82 dBA, caudal de aire 295 m³/min, longitud total máxima de tubería frigorífica 1000 m, diferencia máxima de altura de instalación 90 m si la unidad exterior se encuentra por encima de las unidades interiores y 60 m si se encuentra por debajo.

			Subtotal materiales:		31.570,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	7,342	20,48	150,36
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	7,342	18,88	138,62
			Subtotal mano de obra:		288,98
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	31.858,98	637,18
Coste de mantenimiento decenal: 11.373,66€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		32.496,16

9.3.7 Unidades interiores

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared.

838,68€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW22-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 2,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 2,4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 525 m³/h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42bos090b	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW22-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 2,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 2,4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 525 m ³ /h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	780,00	780,00
			Subtotal materiales:		780,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
			Subtotal mano de obra:		42,24
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	822,24	16,44
Coste de mantenimiento decenal: 234,83€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		838,68

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared.

787,68€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW15-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 1,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 1,7 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 28 dBA, caudal de aire 427 m³/h, de 290x915x230 mm y 12,4 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt42bos090a	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW15-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 1,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 1,7 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 28 dBA, caudal de aire 427 m³/h, de 290x915x230 mm y 12,4 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	730,00	730,00
Subtotal materiales:					730,00
2 Mano de obra					
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
Subtotal mano de obra:					42,24
3 Costes directos complementarios					
	%	Costes directos complementarios	2,000	772,24	15,44
Coste de mantenimiento decenal: 220,55€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		787,68

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared. 859,08€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW28-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 2,8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 3,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 525 m³/h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt42bos090c	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW28-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 2,8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 3,2 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 525 m³/h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	800,00	800,00
Subtotal materiales:					800,00
2 Mano de obra					
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
Subtotal mano de obra:					42,24
3 Costes directos complementarios					

%	Costes directos complementarios	2,000	842,24	16,84
Coste de mantenimiento decenal: 240,54€ en los primeros 10 años.		Costes directos (1+2+3):		859,08

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared. 884,58€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW36-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 3,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 590 m³/h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt42bos090d	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW36-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 3,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 4 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,028 kW, presión sonora 29 dBA, caudal de aire 590 m³/h, de 290x915x230 mm y 13 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	825,00	825,00
Subtotal materiales:					825,00
2 Mano de obra					
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
Subtotal mano de obra:					42,24
3 Costes directos complementarios					
%	Costes directos complementarios		2,000	867,24	17,34
Coste de mantenimiento decenal: 247,68€ en los primeros 10 años.		Costes directos (1+2+3):		884,58	

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared. 981,48€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW45-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,045 kW, presión sonora 34 dBA, caudal de aire 860 m³/h, de 315x1072x230 mm y 15,1 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1 Materiales					
mt42bos090e	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW45-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 4,5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,045 kW, presión sonora 34 dBA, caudal de aire 860 m³/h, de 315x1072x230 mm y 15,1 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	920,00	920,00
Subtotal materiales:					920,00
2 Mano de obra					

mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
			Subtotal mano de obra:		42,24
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	962,24	19,24
Coste de mantenimiento decenal: 274,81€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		981,48

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared. 1.114,08€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW56-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 5,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 6,3 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,045 kW, presión sonora 34 dBA, caudal de aire 925 m³/h, de 315x1072x230 mm y 15,1 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42bos090f	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW56-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 5,6 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 6,3 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,045 kW, presión sonora 34 dBA, caudal de aire 925 m³/h, de 315x1072x230 mm y 15,1 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	1.050,00	1.050,00
			Subtotal materiales:		1.050,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
			Subtotal mano de obra:		42,24
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1.092,24	21,84
Coste de mantenimiento decenal: 311,94€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1.114,08

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared. 1.226,28€

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW71-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 7,1 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,075 kW, presión sonora 42 dBA, caudal de aire 1190 m³/h, de 325x1250x245 mm y 19,9 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42bos090g	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW71-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 7,1 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,075 kW, presión sonora 42 dBA, caudal de aire 1190 m³/h, de 325x1250x245 mm y 19,9 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	1.160,00	1.160,00
			Subtotal materiales:		1.160,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
			Subtotal mano de obra:		42,24
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1.202,24	24,04
Coste de mantenimiento decenal: 343,36€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1.226,28

IBB140 Ud Unidad interior de aire acondicionado, de pared.**1.287,48€**

Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW80-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,086 kW, presión sonora 38 dBA, caudal de aire 1320 m³/h, de 325x1250x245 mm y 19,9 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC. El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt42bos090h	Ud	Unidad interior de aire acondicionado, de pared, sistema Bosch 5000 VRF, para gas R-410A, alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HW80-1 "BOSCH", potencia frigorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 27°C y del aire exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C), potencia calorífica nominal 9 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C y del aire exterior 7°C, temperatura de bulbo húmedo del aire exterior 6°C), consumo eléctrico nominal 0,086 kW, presión sonora 38 dBA, caudal de aire 1320 m³/h, de 325x1250x245 mm y 19,9 kg, con válvula de expansión electrónica, orientación automática de las lamas deflectoras, filtro y control remoto inalámbrico, modelo IRC.	1,000	1.220,00	1.220,00
			Subtotal materiales:		1.220,00
2		Mano de obra			
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	1,073	20,48	21,98
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	1,073	18,88	20,26
			Subtotal mano de obra:		42,24
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	1.262,24	25,24
Coste de mantenimiento decenal: 360,49€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		1.287,48

Unidad interior radiador, de pared.

T30

Standard fondo 90 mm



TEULA T30R/L - INFORMACIÓN TÉCNICA										
Tipo de conexión	A/E	A/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	A/B/C/D/E	
Código de altura	1	2	3	4	5	6	8	10	12	
Altura (mm)	120	210	300	390	480	570	755	835	1115	
Longitud (mm)	Parámetros	Potencia térmica de los radiadores (horizontal rugoso T30R/iso T30L (W) conforme a la norma PN-EN 442)								
400	75/65/20	142/128	197/177	269/259	379/341	429/386	479/431	720/648	859/772	958/862
	55/46/20	84/76	117/105	173/156	229/206	258/232	287/258	435/392	516/464	574/517
	45/36/20	57/52	79/72	116/105	153/138	173/156	193/174	291/262	346/312	387/348
	Pracío*	187,80	121,00	132,00	143,00	156,20	176,00	206,80	233,20	261,80
500	75/65/20	195/175	271/244	392/353	512/461	607/546	701/631	972/875	1212/1091	1401/1263
	55/46/20	115/104	161/145	236/212	310/279	365/329	420/378	588/529	730/657	840/756
	45/36/20	78/71	109/98	158/142	207/186	245/220	283/255	392/353	489/440	565/509
	Pracío*	114,4	127,60	140,80	156,20	169,40	191,40	226,60	259,60	290,40
600	75/65/20	249/223	344/310	494/445	644/580	783/705	922/830	1224/1102	1566/1409	1844/1660
	55/46/20	147/132	204/184	297/267	390/351	427/384	533/498	741/667	943/849	1106/995
	45/36/20	100/90	139/125	199/179	260/234	316/284	372/335	494/445	632/569	744/670
	Pracío*	121,00	136,40	140,60	167,20	182,60	209,00	248,60	286,00	321,20
700	75/65/20	309/270	417/375	586/527	755/680	941/847	1127/1014	1435/1292	1882/1694	2252/2028
	55/46/20	179/100	247/222	352/317	467/411	567/510	676/608	869/782	1113/1020	1351/1261
	45/36/20	121/109	168/151	236/213	305/274	380/342	455/409	579/521	759/684	909/818
	Pracío*	128,70	143,00	160,60	178,20	198,00	224,40	278,60	310,20	352,00
800	75/65/20	353/318	490/441	678/610	865/779	1099/989	1331/1198	1645/1481	2197/1977	2652/2396
	55/46/20	209/188	290/261	407/366	524/472	661/595	798/718	996/896	1322/1190	1596/1436
	45/36/20	142/128	198/178	274/246	349/315	444/399	537/483	654/597	857/798	1074/967
	Pracío*	135,30	151,80	169,40	188,20	211,20	242,00	292,60	336,00	380,60
900	75/65/20	422/380	587/528	807/726	1026/923	1288/1159	1550/1395	1949/1754	2519/2318	3100/2790
	55/46/20	259/225	348/313	485/437	621/559	775/698	929/836	1179/1061	1550/1395	1858/1672
	45/36/20	179/153	237/213	326/293	414/373	520/468	626/563	787/708	1040/936	1251/1126
	Pracío*	141,90 €	158,40 €	178,20 €	202,40 €	224,40 €	259,60 €	314,60 €	363,00 €	411,40 €
1000	75/65/20	492/443	684/616	935/842	1185/1067	1477/1329	1769/1592	2252/2027	2954/2659	3638/3184
	55/46/20	292/263	405/365	561/505	711/640	889/800	1060/954	1362/1226	1777/1599	2120/1908
	45/36/20	199/179	276/248	377/340	478/430	596/536	714/642	909/818	1192/1073	1428/1285
	Pracío*	148,50	167,20	187,00	213,40	237,60	275,00	336,60	389,40	440,00
1100	75/65/20	562/506	781/703	1039/935	1297/1167	1655/1490	2013/1812	2465/2219	3310/2979	4026/3623
	55/46/20	333/300	463/417	649/573	836/757	1069/972	1307/1086	1687/1448	2193/1743	2413/2172
	45/36/20	227/204	315/284	419/377	523/471	668/601	812/731	995/895	1336/1202	1625/1462
	Pracío*	156,20	176,00	198,00	224,40	259,00	290,40	358,60	415,80	470,80
1200	75/65/20	632/569	878/790	1144/1030	1409/1268	1833/1650	2257/2031	2677/2409	3666/3299	4514/4063
	55/46/20	374/337	520/468	726/659	943/869	1248/1133	1553/1418	1969/1786	2596/2306	3206/2835
	45/36/20	255/230	354/319	462/415	569/512	740/666	911/820	1080/972	1479/1331	1822/1639
	Pracío*	162,80	182,60	206,80	237,60	266,20	305,80	360,60	442,20	503,80
1400	75/65/20	787/708	1093/984	1452/1289	1771/1594	2274/2047	2777/2499	3365/3029	4578/4120	5554/4999
	55/46/20	467/420	649/583	860/774	1072/965	1368/1231	1654/1498	2037/1833	2736/2462	3328/2995
	45/36/20	318/286	441/397	578/520	715/643	918/826	1121/1009	1358/1222	1847/1663	2241/2017
	Pracío*	178,20	206,20	226,60	259,60	292,60	339,80	424,60	495,00	563,20
1600	75/65/20	942/848	1308/1177	1808/1528	2071/1864	2679/2411	3287/2958	x	x	x
	55/46/20	558/502	775/698	1015/914	1254/1129	1622/1460	1970/1773	x	x	x
	45/36/20	380/342	528/475	685/617	836/752	1081/973	1326/1194	x	x	x
	Pracío*	191,40	215,60	244,20	281,60	319,00	369,60	x	x	x
1800	75/65/20	1130/1017	1532/1379	1948/1753	2363/2127	3020/2718	3676/3308	x	x	x
	55/46/20	654/589	908/817	1170/1053	1431/1288	1817/1635	2203/1983	x	x	x
	45/36/20	456/410	618/556	786/708	953/858	1218/1097	1483/1335	x	x	x
	Pracío*	205,70	231,00	264,00	305,80	347,60	400,40	x	x	x
2000	75/65/20	1264/1138	1756/1580	2199/1979	2642/2378	3364/3028	4086/3677	x	x	x
	55/46/20	750/675	1041/937	1320/1188	1599/1439	2024/1822	2440/2204	x	x	x
	45/36/20	510/459	708/638	887/799	1066/960	1358/1222	1640/1484	x	x	x
	Pracío*	218,90	244,20	283,80	330,00	376,20	437,80	x	x	x

Los modelos sombreados se corresponden con radiadores habitualmente en stock para el tipo de conexión A. Las alturas 8, 10 y 12 solo disponibles en modelo T30L.



