

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO
ENERGÉTICO DE UNA OFICINA DE
TURISMO Y DE SUS INSTALACIONES
EN CIFUENTES, GUADALAJARA,
MEDIANTE EL USO DEL SOFTWARE
CYPETHERM HE PLUS

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre -2025

AUTOR: Carlos del Nero Castón

DIRECTOR: Javier Molina González

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO.....	4
2. NORMATIVA APLICADA	5
3. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES	6
3.1. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO Y SUS INSTALACIONES.....	6
4. RECUPERADOR DE CALOR Y SISTEMA DE ACS COMÚN.....	15
5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DEL EDIFICIO BASE.....	18
5.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE	18
5.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE	23
6. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DE LA PRIMERA MEJORA ENERGÉTICA	29
6.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE	29
6.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE	34
7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DE LA SEGUNDA MEJORA ENERGÉTICA	39
7.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE	39
7.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE	44
8. JUSTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	50
9. ESTUDIO DE MEDIDAS DE MEJORAS.....	57
9.1. RESUMEN DE RESULTADOS.....	57

9.2. ANÁLISIS ENERGÉTICO	58
9.3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS	59
10. CONCLUSIÓN	62
11. CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	64
ANEJOS	65



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

Este documento se elabora como Trabajo Fin de Grado en el "Grado de ingeniería electrónica y automatización industrial", correspondiente al curso 2024-2025 de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es desarrollar un modelo arquitectónico que defina su geometría, materiales constructivos e instalaciones, garantizando el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación en su apartado de Ahorro de Energía. Además, se llevará a cabo un análisis energético del modelo y sus instalaciones mediante una herramienta de simulación energética.

El software de simulación energética empleado es CYPETHERM HE Plus (CTE 2019), un programa reconocido oficialmente para el cálculo de la certificación energética de los edificios. Gracias a sus capacidades de modelado y simulación, permite cumplir con los requisitos establecidos en el CTE DB HE 0, HE 1 y HE 4, lo que lo convierte en una herramienta esencial para justificar la eficiencia energética del edificio.

2. NORMATIVA APLICADA

Este trabajo se ha desarrollado teniendo en cuenta la normativa vigente actualmente, justificando los cálculos y decisiones adoptadas, según las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios**
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el **Código Técnico de la Edificación**. Estableciendo las exigencias básicas de calidad y seguridad en los edificios.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el **Código Técnico de la Edificación**, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Introduciendo mejoras en eficiencia energética y sostenibilidad en la edificación.
- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la **certificación de la eficiencia energética** de los edificios.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro y producción de energía eléctrica con autoconsumo.
- Pliego de Condiciones Técnicas de **Instalaciones Conectadas a Red** del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

3. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES

3.1. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO Y SUS INSTALACIONES

a) Situación, geometría y características del recinto

El edificio objeto de estudio se trata de una oficina de turismo, clasificado como “Edificio Terciario Pequeño o Mediano”.

El edificio se ubica en **Cifuentes (Guadalajara)**, a una altitud de 898 m. Le corresponde, conforme al Anejo B de CTE DB HE 1, la **zona climática D3**.

La zona climática D3, con inviernos fríos y veranos calurosos, dificulta aún más el cumplimiento energético en un edificio de pequeña superficie, donde cualquier demanda tiene un impacto proporcional mayor. Además, el elevado nivel de cargas interiores propio de una oficina de turismo incrementa la complejidad para alcanzar los requisitos del CTE, al requerir soluciones muy eficientes tanto en invierno como en verano.

La pertenencia a dicha zona climática, junto con el tipo y el uso del edificio (Edificio nuevo - Terciario), define los valores límite aplicables en la cuantificación de la exigencia, descritos en la sección HE1. Control de la demanda energética del edificio, del Documento Básico HE Ahorro de energía, del CTE.

La decisión de construir una oficina de turismo en Cifuentes, Guadalajara, se fundamenta en el notable patrimonio histórico y natural de la localidad, así como en su potencial turístico aún por desarrollar. Cifuentes alberga monumentos significativos como el castillo de Don Juan Manuel, la iglesia de San Salvador y el convento de San Blas, además de parajes naturales como los manantiales que dan origen al río Cifuentes. A pesar de estos atractivos, la ausencia de una infraestructura turística adecuada limitaba la promoción y aprovechamiento de estos recursos. La creación de la oficina de turismo busca centralizar la información, mejorar la experiencia de los visitantes y fomentar el desarrollo económico local mediante un turismo sostenible y culturalmente enriquecedor.

Localidad: CIFUENTES

Provincia: GUADALAJARA

Altitud: 898 m

Latitud: 40.8 grados

Longitud: -2.6 grados

Condiciones climáticas SCOP: Clima cálido

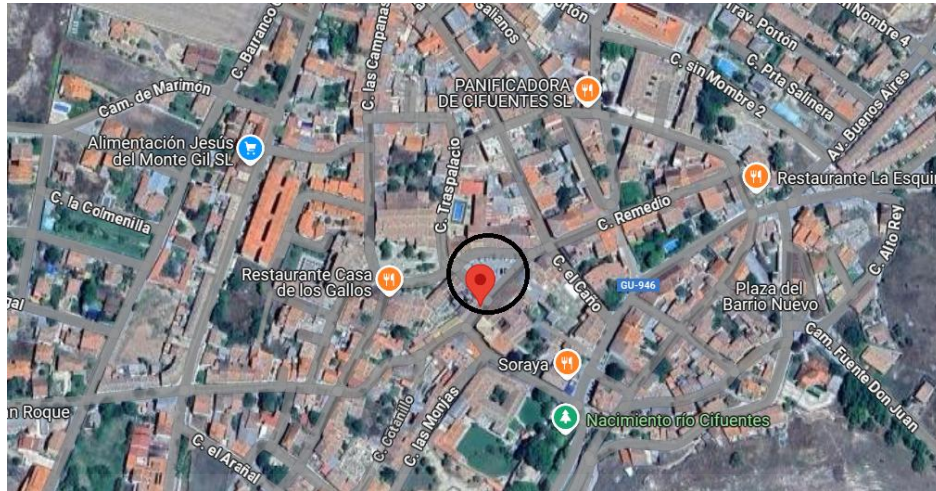
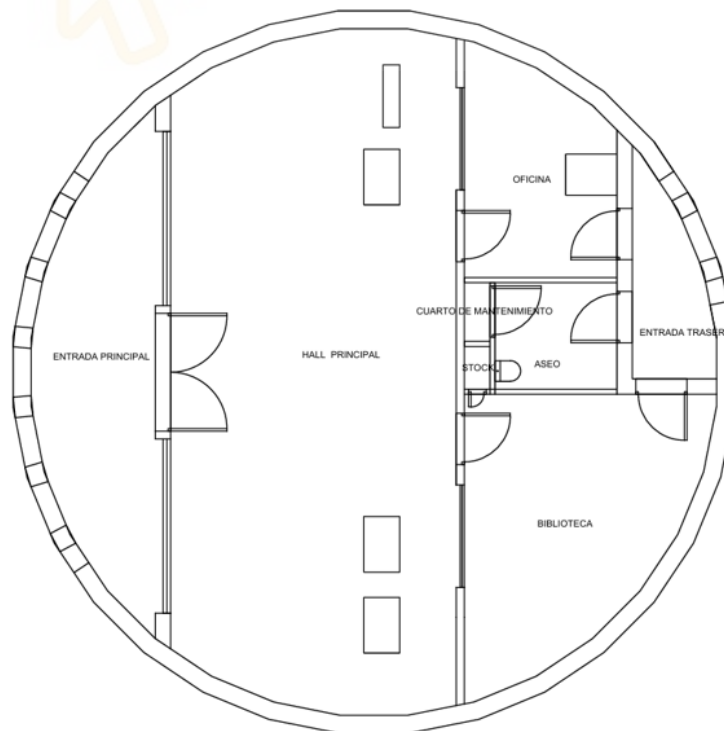


Figura 1. Emplazamiento del edificio.

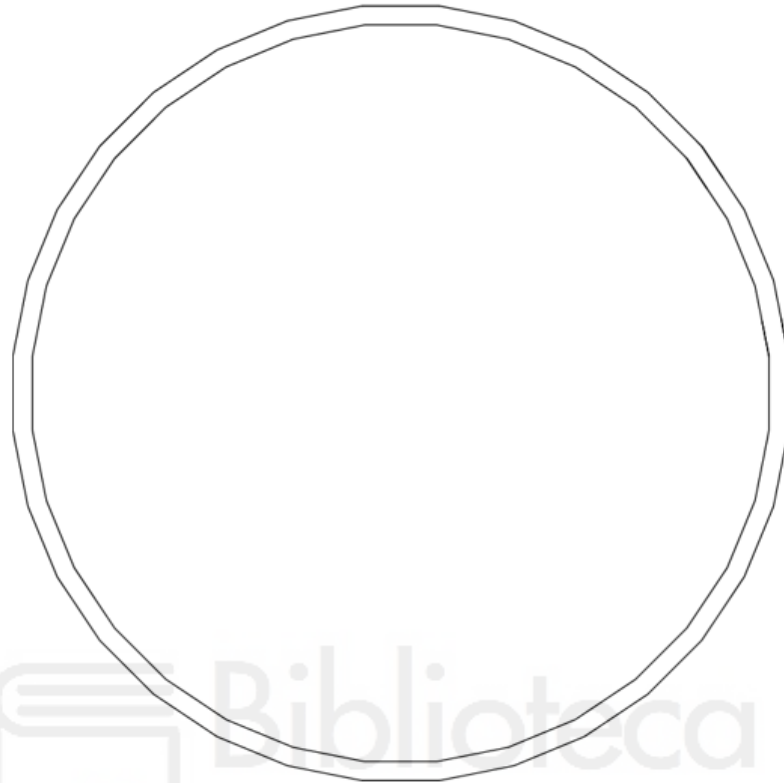
Se trata de un edificio aislado de planta circular, cuya fachada principal está orientada a sur. Consta de 1 planta sobre rasante.

A continuación, se muestran la planta con la distribución interior de los espacios



PLANTA BAJA

Figura 2. Plano del edificio (planta baja).



CUBIERTA

Figura 3. Plano del edificio (cubierta).

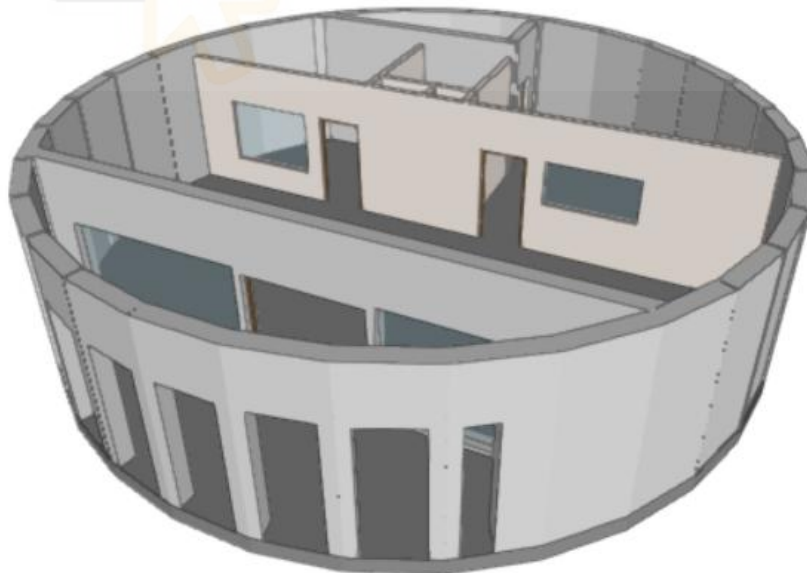


Figura 4. Plano 3D del edificio.

Todos los recintos del edificio se consideran **habitables**, excepto los recintos destinados a almacén, máquinas e instalaciones (stock y cuarto de mantenimiento) y los recintos

exteriores (entrada principal y entrada trasera). Todos los recintos habitables son acondicionados a excepción del aseo.

Para establecer la **ventilación** de cada espacio, al tratarse de un edificio no residencial, se aplica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.

Dentro de dicho reglamento, en la parte II, instrucciones técnicas, se detallan las instrucciones de diseño y dimensionado de los conductos de ventilación.

IT 1.1.4.2.2- Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. Se considera que la calidad del aire interior (IDA) que deberá alcanzar el edificio objeto de proyecto es **IDA 2** (aire de buena calidad).

Para el cálculo del caudal mínimo de aire exterior de ventilación nos basamos en el punto IT 1.1.4.2.3, y dentro del mismo, trabajamos con los dos **métodos indirectos** propuestos: El método A, donde se calcula el caudal dependiendo de las personas que se considere estén ocupando dicho espacio (espacios habitables); y el método D, para el cálculo de caudales por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana permanente (espacios no habitables).

De este modo, teniendo en cuenta las personas que pueden estar ocupando cada espacio, y multiplicando este valor por el coeficiente obtenido en la tabla 1.4.2.1 para la categoría IDA 2, obtenemos al **caudal de cálculo** de cada estancia, que será el valor que introduciremos en la edición de cada recinto.

Los datos de cada uno de los recintos se resumen en la siguiente tabla:

Recinto	Tipo	IDA 2 (dm ³ /s)	P	Qcal (dm ³ /s)	m ²	m ³	Q (m ³ /h)	Ren/h
Aseo	HAB. NO ACOND	0.83	-	4.19	5.06	16.2	15.84	0.98
Biblioteca	HAB. ACONDICI	12.5	5	62.5	21.92	70.15	225	3.21
Oficina	HAB. ACONDICI	12.5	3	37.5	11.51	36.82	135	3.67
Hall	HAB. ACONDICI	12.5	10	125	72.11	230.74	450	1.95
Cuarto de mantenimiento	NO HAB	-	-	-	-	-	-	-
Stock	NO HAB	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL				229.19			825.84	9.81

Tabla 1. Tabla caudales de ventilación.

Se definen las **condiciones operacionales** como el conjunto de temperaturas de consigna definidas para un espacio habitable acondicionado. Está compuesto por un conjunto de temperaturas de consigna, que definen la temperatura de activación de los equipos de calefacción (consigna baja) y de refrigeración (consigna alta). Las condiciones operacionales para espacios de uso no residencial se obtienen del documento reconocido Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de eficiencia energética de los edificios. En este documento aparecen una serie de tablas que relacionan las horas de uso y el nivel de carga de los espacios con las temperaturas de consigna.

Calculamos para cada espacio el nivel de **carga interna**, según la tabla a del anejo A, del CTE DB HE, y establecemos unas horas de uso semanales a cada uno, atendiendo al horario considerado de apertura del consultorio médico de lunes a viernes de 9:00 a 14:00 y de 16:00 a 19:00.

Los datos de cada uno de los recintos se resumen en la siguiente tabla:

Recinto	Tipo	P	Qcal (dm ³ /s)	m ²	Coc (W)	Cii (W)	Ceq (W)	H sem	W/m ² SEM	Cfi (W/m ²)	Nivel carga
Aseo	HAB. NO ACOND	-	4.19	5.06	75	45	0	40	948.62	5.6	Baja
Biblioteca	HAB. ACOND	5	62.5	21.92	375	130	500	40	1833.94	10.9	Alta
Oficina	HAB. ACOND	3	37.5	11.51	225	78	300	40	2010.4	11.9	Alta
Hall	HAB. ACOND	10	125	72.11	750	260	750	40	976.28	5.8	Baja
Cuarto de mantenimiento	NO HAB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stock	NO HAB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 2. Tabla de cargas internas.

Para la realización de esta tabla se ha considerado lo siguiente:

- Se ha considerado una carga sensible por ocupación (Coc) de 75 W/persona, correspondiente a una persona de pie, o con un trabajo ligero.
- Las cargas por iluminación (Cii) se han obtenido del cálculo realizado en Cypelux.
- Se han considerado las cargas por equipos (Ceq) teniendo en cuenta sobretodo que se van a utilizar ordenadores en la mayoría de los espacios, y considerando una carga sensible por unidad de 250 W. También se han considerado otras

unidades en la sala de espera, laboratorio y reuniones (copiadora, cafetera...)

La justificación de las características de las instalaciones de iluminación se presentará en el punto 9.

b) Definición de la envolvente térmica y sus componentes

En este proyecto, se han clasificado como recintos habitables todos los espacios del edificio, exceptuando el cuarto de mantenimiento y el stock de la biblioteca, que, aunque se encuentran dentro del volumen definido por la envolvente térmica, se consideran no habitables a efectos del análisis energético.

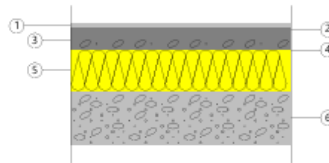
Dentro de los recintos habitables, se establece una distinción entre espacios acondicionados y no acondicionados. Se han definido como habitables acondicionados aquellos locales en los que resulta necesario mantener condiciones térmicas específicas para garantizar el confort térmico de los ocupantes. Este grupo incluye los recintos, oficina, biblioteca y hall principal. Por el contrario, se consideran habitables no acondicionados aquellas zonas del edificio donde no se requiere un control térmico riguroso, como el aseo.

La asignación del tipo de uso a cada uno de los espacios se ha realizado de acuerdo con las condiciones operacionales establecidas previamente en el modelo geométrico del edificio, reflejando los requerimientos funcionales y energéticos asociados a cada zona de la oficina de turismo.

Se define los **elementos constructivos** del edificio a continuación:

1.1.1. Soleras

S1 Superficie total 111.49 m²
S1

	Listado de capas:	
	1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
	2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
	3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
	4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
	5 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	11.00 cm
6 - Hormigón armado d > 2500	15.00 cm	

Características

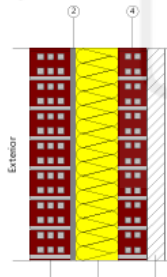
Transmitancia térmica, U: 0.17 W/(m²·K)
 Espesor total 33.10 cm
 Longitud característica, B': 7.050 m
 Resistencia térmica del forjado, Rf: 3.95 (m²·K)/W
 Superficie del forjado, A: 156.65 m²
 Perímetro del forjado, P: 44.439 m
 Conductividad térmica, λ: 2.000 W/(m·K)

Figura 5. Solera.

1.2. Fachadas

1.2.1. Parte ciega de las fachadas

C1 Superficie total 99.06 m²
C1

	Listado de capas:	
	1 - 1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.50 cm
	2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50 cm
	3 - EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	12.00 cm
	4 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8.00 cm
5 - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	5.00 cm	

Características

Transmitancia térmica, U: 0.20 W/(m²·K)
 Espesor total 38.00 cm

Figura 6. Fachada.

1.3. Cubiertas

1.3.1. Parte maciza de las azoteas

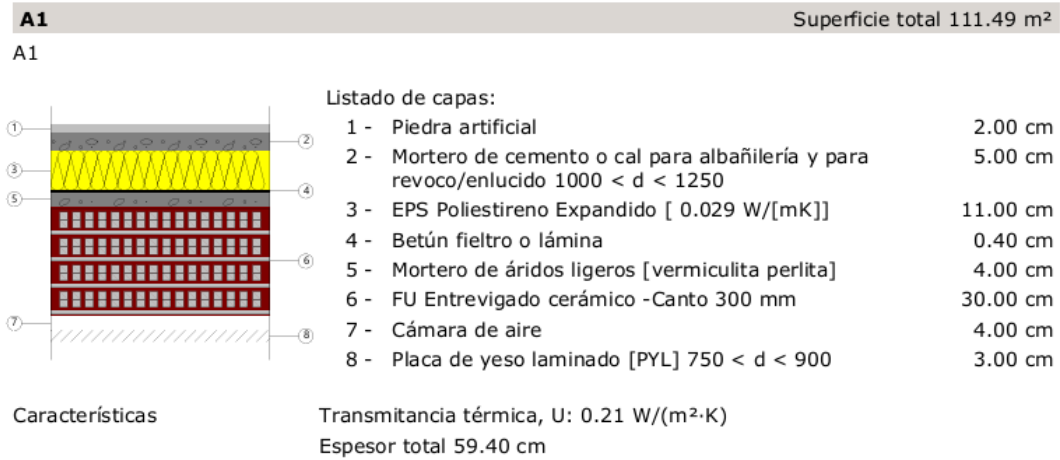


Figura 7. Cubierta.

2.1. Compartimentación interior vertical

2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

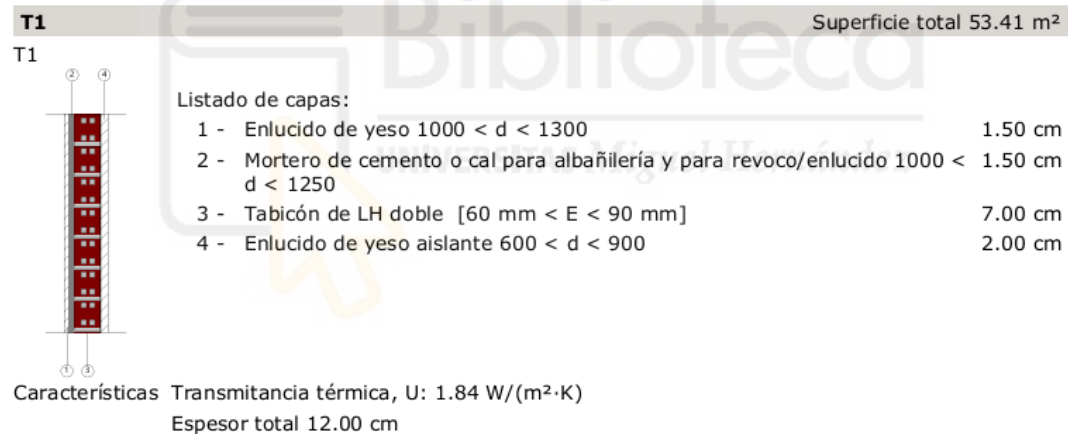


Figura 8. Tabique interior.

Respecto a los **huecos** se definen a continuación:

Se considera hueco a todo elemento transparente o semitransparente incluido en la envolvente térmica del edificio, abarcando tanto ventanas como puertas acristaladas cuya superficie acristalada supere el 50 % del total.

Para la selección del vidrio se ha empleado la herramienta en línea de Guardian Glass. El modelo elegido ha sido el **Guardian SNX 60 4//16A//4**, cuyas propiedades técnicas se detallan a continuación.

- Solar factor (g) EN 410 (%): 60
- U-value (EN 673) Argón 90% (W/m²K): 1.0

La situación de la carpintería con respecto al cerramiento es al mismo nivel que el aislamiento térmico, de forma que exista continuidad entre ellos.

El valor de la permeabilidad al aire de la carpintería necesario para el proyecto lo establecemos según la tabla 3.1.3.a-HE1

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [m³/h·m²]

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$) [*]	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9

* La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100} .
Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤27 m³/h·m²) y clase 3 (≤9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.
La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

Figura 9. Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica.

Donde obtenemos que para la zona climática de nuestro proyecto (zona D), necesitamos un hueco de clase 3 (≤9 m³ /h·m²). En el caso de las carpinterías elegidas, son de clase 4 (3 m³ /h·m²).

El modelo elegido para el marco es el S82RP de Strugal, que tiene un valor de transmitancia térmica del marco de 0.8 W/(m²/K). El color de dicho marco se ha elegido beige medio, con una absorptividad de 0.55.



Figura 10. Perfil térmico del marco.

El valor de la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con dispositivos de sombra móvil (ggl;sh,wi), lo obtenemos de la tabla 12 del Documento de Apoyo al DB HE-1. En este punto diferenciamos dos tipos de huecos: los situados en los situados en interior (entre el hall principal, biblioteca y oficina), donde no se ha considerado protección, y el hueco entre el hall principal y el exterior, donde se ha considerado una protección exterior que sería una persiana blanca (ggl;sh,wi = 0.05).

4. RECUPERADOR DE CALOR Y SISTEMA DE ACS COMÚN

a) Recuperador de calor

Según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), específicamente en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.5.2 – Recuperación de calor del aire de extracción, se exige la implementación de un sistema de recuperación energética en aquellos sistemas de ventilación donde el caudal de aire extraído por medios mecánicos supere los 0,28 m³/s. Esta medida responde a los criterios de eficiencia energética recogidos en la normativa de diseño ecológico para unidades de ventilación.

En nuestro caso, el caudal calculado es de 0,23 m³/s, por lo que la normativa no obliga a instalar un recuperador de calor. Sin embargo, dado que el valor se encuentra muy próximo al umbral de 0,28 m³/s y considerando tanto la mejora en la calidad del aire interior como la reducción de la demanda energética que aporta este sistema, se decide incorporar un recuperador de calor en el edificio. Esta elección permite optimizar el comportamiento energético y garantizar un ambiente interior más saludable.

Con ese objetivo, se ha previsto la instalación de un recuperador de calor de alta eficiencia en la entrada trasera, desde el cual se articulará la red de conductos que conforman el sistema de ventilación mecánica. Desde este espacio técnico se proyectan dos conductos principales, uno para la extracción del aire interior y otro para la impulsión de aire tratado desde el exterior. Estos estarán conectados a ventiladores y rejillas terminales ubicados en fachada o cubierta, garantizando la adecuada renovación del aire.

Además, se dispondrán conductos secundarios destinados a distribuir el aire a los diferentes recintos del edificio (impulsión y retorno), en función de los caudales específicos calculados para cada zona, asegurando así una ventilación equilibrada y eficiente.

Para maximizar la recuperación energética, se ha optado por un recuperador entálpico, capaz de transferir tanto energía sensible como humedad (energía latente), lo que permite mejorar no solo la eficiencia térmica sino también el confort higrotérmico en el interior del edificio. El equipo seleccionado es el modelo Lossnay LGH-100RVX-E de Mitsubishi

Electric, que ofrece una eficiencia de recuperación total del 89,5 % y está dimensionado para mover caudales superiores a 250 l/s, cumpliendo sobradamente con los requisitos del edificio.

La ficha técnica del equipo, con sus especificaciones completas, se incorpora en los anexos del presente documento.

b) Sistema de ACS

Para el cálculo de la demanda de referencia de Agua Caliente Sanitaria (ACS) en edificios de uso distinto al residencial privado, se han aplicado los criterios establecidos en la tabla 4.1 del Documento Básico HE4, que recoge los valores de demanda de referencia a una temperatura de 60 °C.

En el caso particular del uso “Oficinas”, el consumo unitario se fija en 2 litros por persona y día. Para determinar el número de usuarios habituales, se ha considerado exclusivamente al personal trabajador del centro, estimado en un total de 4 personas. Además, se ha asumido un patrón de consumo constante a lo largo del año, aplicando el 100 % del consumo previsto en todos los días del periodo anual de operación.

Bajo estas premisas, la demanda diaria de ACS para el edificio asciende a:

$$4 \text{ personas} \times 2 \text{ l/p día} = 8 \text{ litros /día.}$$

La instalación de Agua Caliente Sanitaria en el edificio descrito está formada por un conjunto termo eléctrico marca Fleck Nilo con una unidad interior modelo Fleck Nilo 50 con una potencia nominal de 1750 W y un rendimiento medio estacional de 0.96.

La elección del termo eléctrico Fleck Nilo 50 como sistema de producción de ACS se justifica por la baja demanda diaria del edificio (8 litros/día), destinada únicamente a 4 trabajadores. Esta demanda reducida no requiere equipos de gran capacidad ni soluciones más complejas como aerotermia o calderas, haciendo que un termo de 50 litros sea suficiente, eficiente y más económico tanto en instalación como en mantenimiento.

Aunque el RD 486/1997 exige a los edificios de oficinas de disponer de una instalación

de ACS, debido al carácter y emplazamiento del edificio se considera que incorporar este servicio aporta calidad y confort a los usuarios de los aseos. Por ello, se tiene en cuenta el consumo establecido en el HE4, aun cuando dicho documento tampoco exige su cumplimiento al ser el caudal total del edificio inferior a 100 l/s. Se ha decidido incluir el sistema de ACS para garantizar unas condiciones mínimas de confort e higiene para el personal trabajador. Esta elección permite que el edificio mantenga no solo la adecuación normativa, sino también unos estándares apropiados de uso y habitabilidad para sus ocupantes.

Además, el edificio dispone de cuatro paneles solares fotovoltaicos, lo que permite que el consumo eléctrico del termo sea parcialmente cubierto por energía renovable in situ.

En conjunto, se trata de una solución adecuada, sencilla y plenamente alineada con los criterios de eficiencia energética, sostenibilidad y optimización económica del proyecto.



5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DEL EDIFICIO BASE

En cuanto a la instalación de climatización del supuesto 1 está formado por los siguientes equipos:

- En primer lugar, para **calefacción** se ha usado un sistema de climatización por agua, formado por una caldera de biomasa y suelo radiante como unidad terminal
- En segundo lugar, para **refrigeración** se ha usado un sistema de climatización por splits como unidades terminales.

Las características de dichos equipos se especifican a continuación:

- Caldera de biomasa. Lasian modelo BIOMASTER 32 L
 - Eficiencia nominal 0.90
 - Potencia nominal 29800 W
- Suelo radiante. Se usa Lasian como instalador de suelo radiante
 - Distribución del agua entre 40°C y 45°C
- Sistema de refrigeración por splits: Mitsubishi serie MSZ-HR
 - Potencia nominal 2.5 kW
 - Rendimiento medio estacional 6.2

Respecto a su distribución, la caldera de gas de biomasa se ubicará en el cuarto de mantenimiento, mientras que la refrigeración se ubicarán en el Hall principal, Oficina y biblioteca, por último, el suelo radiante se distribuirá a lo largo de todo el recinto

5.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE

El edificio al que hace referencia este documento es de nueva construcción. Por tanto, conforme al apartado 1 del Documento Básico HE0: Limitación del consumo energético, le resulta de aplicación la presente sección.

a) Consumo de energía primaria

En primer término, el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio no debe superar el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) indicado en la tabla 3.1.b del DB-HE0.

Tabla 3.1.b - HE0
Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW-h/m²-año] para uso distinto del residencial privado

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]

Figura 11. Valor límite ($C_{ep,nren,lim}$).

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $20 + 8 \cdot C_{FI}$

Donde la carga interna media del edificio (C_{FI}) es de 6.13 W/m² por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a 69.07 kW/m² * año.

Obteniendo así para el supuesto 1 el siguiente consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 60.37 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 20 + 8 \cdot C_{FI} = 69.07 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

donde:

- $C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, kWh/m²-año.
- $C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), kWh/m²-año.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m².

Figura 12. Consumo energía primaria no renovable.

En segundo término, el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) del edificio no debe superar el límite establecido en la tabla 3.2.b del DB-HE0.

Tabla 3.2.b - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW-h/m²-año] para uso distinto del residencial privado

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

C_{FI} : Carga interna media[W/m²]

Figura 13. Valor límite de consumo de energía primaria total.

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $130 + 9 \cdot C_{FI}$

Al ser la carga interna media del edificio (C_{FI}) de 6.13 W/m² el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a 185.20

kW/m² * año.

Por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total es

$$C_{ep,tot} = 136.86 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 130 + 9 \cdot C_{FI} = 185.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

donde:

- $C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.
- $C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m².

Figura 14. Consumo de energía primaria total.

b) Horas fuera de consigna

Se muestran las horas fuera de consigna, en periodos de ocupación, cuando la temperatura supera en ±1 °C los límites de calefacción o refrigeración en algún espacio habitable.

$$h_{fc} = 31 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 141.92 \text{ h/año}$$

donde:

- h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.
- t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

Figura 15. Horas fuera de consigna.

c) Procedimiento de cálculo empleado

El cálculo del consumo de energía primaria del edificio, tanto renovable como no renovable, se ha realizado mediante el programa reconocido CYPETHERM HE Plus, que emplea el motor de simulación EnergyPlus™ (v.23.1). Se ha modelado el comportamiento térmico zonal del edificio con simulación horaria anual, obteniendo la demanda, energía útil aportada y consumo final por equipo y servicio técnico.

La conversión a energía primaria, considerando la producción in situ, se ha llevado a cabo con CteEPBD, integrado en CYPETHERM y desarrollado por el IETcc-CSIC, según la metodología de la norma EN ISO 52000-1:2017 y lo indicado en el apartado 4.1 del CTE DB HE 0.

d) Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados

Los factores de conversión a energía primaria renovable y no renovable se han tomado del Documento Reconocido del RITE, según el apartado 4.1.5 del CTE DB HE0,

utilizando el programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{\text{cap,ren}}$	$f_{\text{cap,nn}}$
Biomasa	0.034	1.003
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

$f_{\text{cap,nn}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{\text{cap,ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

Figura 16. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

e) Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

Se presenta el consumo anual de energía final, primaria y primaria no renovable por cada servicio técnico del edificio. Los valores de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares.

EDIFICIO ($S_u = 110.60 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	5707.85	51.61	5954.08	53.83	244.87	2.21
Refrigeración	217.27	1.96	426.37	3.86	298.62	2.70
ACS	182.11	1.65	357.35	3.23	250.29	2.26
Ventilación	2459.16	22.23	4825.29	43.63	3379.74	30.56
Iluminación	1821.36	16.47	3573.84	32.31	2503.23	22.63
	10387.74	93.92	15136.94	136.86	6676.75	60.37

donde:

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

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

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Figura 17. Consumo energético del edificio.

f) Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS

La demanda energética del edificio considerada para el cálculo del consumo de energía primaria, según la exigencia HE 0, incluye calefacción, refrigeración y ACS, bajo las condiciones operacionales establecidas.

La demanda de ACS en zonas habitables se determina conforme al apartado 4.1.8 del CTE DB HE 0.

El salto térmico se calcula entre la temperatura de referencia de cada zona y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura del agua de red	5.6	6.6	7.6	10.3	13.3	16.3	18.3	18.3	15.3	11.6	7.6	5.6

Figura 18. Temperatura del agua de red.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, incluyendo las correspondientes demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² -año)
Zona común	8.0	60.0	110.60	173.91	1.57
	8.0		110.60	173.91	1.57

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²-año.

Figura 19. Demanda energética de ACS.

A continuación, se muestran los resultados por zona habitable y la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² -año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² -año)
Zona común	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75
	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²-año.

Figura 20. Demanda total del edificio.

Considerando exclusivamente la demanda energética de los sistemas de calefacción y refrigeración, los siguientes gráficos representan las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual.

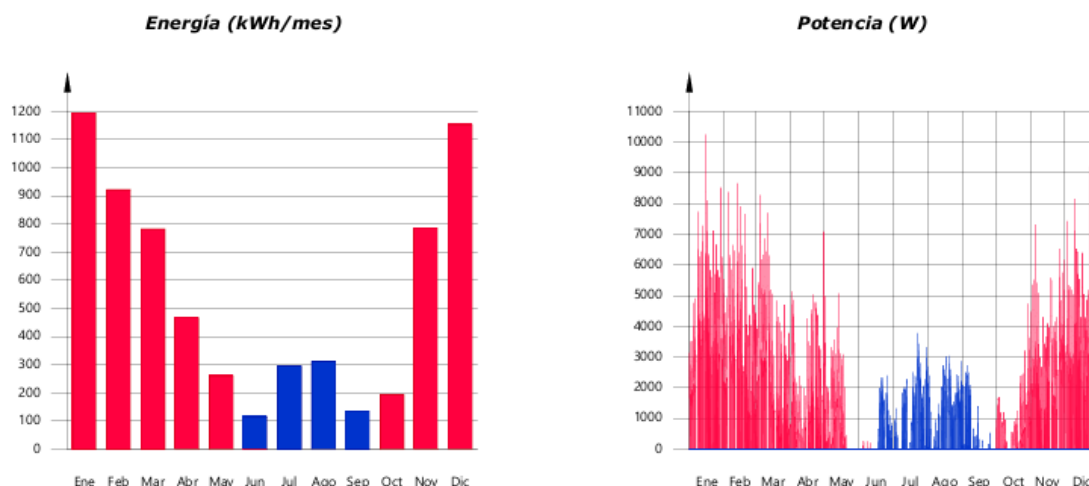


Figura 21. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

g) Energía producida y aportación de energía procedente de fuentes renovables

- Energía eléctrica producida in situ

Se proyecta la instalación de un sistema fotovoltaico de 0.9 kWp en la azotea del edificio de la oficina de turismo, compuesto por 2 paneles de 450 Wp. La producción anual estimada es de 1.399,5 kWh. Para definir con precisión la instalación, será necesario un estudio técnico detallado que contemple el diseño estructural, eléctrico y la integración con el edificio, cumpliendo la normativa vigente.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Solar fotovoltaica	Renovable	90.0	94.0	116.7	121.1	134.7	136.5	152.7	149.0	128.7	108.9	83.4	83.8	1399.5
TOTAL		90.0	94.0	116.7	121.1	134.7	136.5	152.7	149.0	128.7	108.9	83.4	83.8	1399.5

Figura 22. Energía solar fotovoltaica.

- Energía térmica producida in situ

El edificio no cuenta con sistemas térmicos basados exclusivamente en fuentes renovables.

5.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE

a) Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

A continuación, se presenta la caracterización de la envolvente térmica del edificio y de

cada una de las zonas incluidas en ella.

	S (m ²)	V (m ³)	V _{int} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona común	110.60	360.78	353.92	13.06	7.296	-	-
No habitables	--	3.87	2.85	0	3.150	-	-
Envolvente térmica	110.60	364.65	356.76	13.06	7.3	0.12	1.0

donde:

- S: Superficie útil interior, m².
- V: Volumen interior, m³.
- V_{int}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.
- Q_{sol,jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.
- n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.
- q_{sol,jul}: Control solar, kWh/m²/mes.
- V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

Figura 23. Envolvente térmica del edificio.

Con el valor de compacidad obtenido e interpolando en la tabla 3.1.1.c-HE1, se determina un límite Klim de 0,54 W/m²K.

Los resultados de CypeTherm HE Plus indican que el edificio presenta un coeficiente de transmitancia térmica global de 0,52 W/(m²·K). Entrando en el valor límite.

$$K = 0.52 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \leq K_{\text{lim}} = 0.54 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$



donde:

- K: Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).
- K_{lim}: Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

Figura 24. Coeficiente de transmitancia térmica global.

El siguiente gráfico representa el porcentaje de contribución de cada elemento constructivo al coeficiente de transmitancia térmica global del edificio.

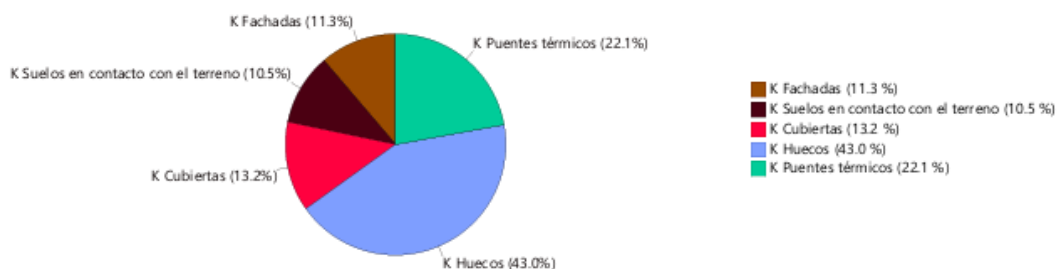


Figura 25. Contribución de cada elemento constructivo.

b) Control solar de la envolvente térmica

El control solar (q_{sol;jul}) se define como la relación entre las ganancias solares de julio (Q_{sol;jul}), con protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil incluida en la

envolvente térmica (Autil). Este valor no debe superar el límite de 4 kWh/m²·mes establecido en la tabla 3.1.2-HE1 para usos no residenciales privados.

$q_{sol,jul} = 0.12 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul,lim} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$ 

donde:

- $q_{sol,jul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².
- $q_{sol,jul,lim}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

Figura 26. Control solar de la envolvente térmica.

c) Valores límite de los parámetros de la envolvente térmica

No se superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U _s , U _M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U _c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U _T)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U _{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U _H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		



























Figura 27. Valores límite de la envolvente térmica.

Se resume a continuación la transmitancia térmica de nuestro proyecto.

- Transmitancia térmica de solera U: 0.17 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de fachada U: 0.2 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de cubierta U: 0.21 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de huecos U: 0.96 W/(m²·K)

d) Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

- Los cerramientos opacos suponen el 34.89% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona común								
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Oeste(293)	0.89	✓
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Noroeste(304)	0.89	✓
Fachada		9.93	0.20	0.41	0.60	Norte(0)	2.03	✓
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Este(67)	0.89	✓
Zona común								
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(56)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(45)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(34)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(23)	0.87	✓
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Norte(11)	0.89	✓
Fachada		7.49	0.20	0.41	0.60	Oeste(270)	1.53	✓
Fachada		2.98	0.20	0.41	0.60	Sureste(124)	0.61	✓
Fachada		2.98	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(236)	0.61	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Sureste(113)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(247)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Este(101)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Oeste(259)	0.87	✓
Fachada		4.26	0.20	0.41	0.60	Este(90)	0.87	✓
Fachada		3.12	0.20	0.41	0.60	Este(79)	0.64	✓
Fachada		3.12	0.20	0.41	0.60	Oeste(281)	0.64	✓
Fachada		13.74	0.20	0.41	0.60	Sur(180)	2.81	✓
Cubierta		110.60	0.21	0.35	0.60	-	23.49	✓
Solera		110.60	0.17	0.65	-	-	18.68	✓
							62.44	
No habitables								
Cubierta		0.56	0.02 (b = 0.11)	0.35	0.60	-	0.12	✓
Cubierta		0.33	0.04 (b = 0.20)	0.35	0.60	-	0.07	✓
Solera		0.56	0.02 (b = 0.11)	0.65	-	-	0.09	✓
Solera		0.33	0.03 (b = 0.20)	0.65	-	-	0.06	✓
							0.34	

donde:

S: Superficie, m².

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

Figura 28. Cerramientos opacos en la envolvente térmica.

- Los huecos suponen el 42.98% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).










	S (m ²)	O. (°)	F _r (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{sol,n}	g _{sol,hwi}	Q _{sol,net} (kWh/mes)	%Q _{sol,net}	
Zona común											
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Oeste(270)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (230-235)	5.06	Sur(180)	1.00	5.40	5.70	27.32	0	0	0	0	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
						77.33			13.06	100.00	

donde:

- S : Superficie, m^2 .
 O : Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), $^\circ$.
 F_r : Fracción de parte opaca, %.
 U : Transmitancia térmica, $W/(m^2 \cdot K)$.
 U_{lim} : Transmitancia térmica límite aplicada, $W/(m^2 \cdot K)$.
 g_w : Factor solar.
 $g_{gl,sh,w}$: Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.
 $Q_{inc,jul}$: Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes .
 $\%q_{ext,jul}$: Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

Figura 29. Huecos en la envolvente térmica.

- Los puentes térmicos suponen el 22.13% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Zona común				
Encuentro de fachada con solera		23.053	0.226	5.2
Encuentro de fachada con solera		16.537	0.360	5.9
Encuentro de fachada con cubierta		39.590	0.232	9.2
Pilar		16.000	1.126	18.0
Esquina saliente de fachadas		6.400	0.059	0.4
Esquina entrante de fachadas		3.200	-0.090	-0.3
Hueco de ventana		6.800	0.080	0.5
Hueco de ventana		8.800	0.009	0.1
Hueco de ventana		6.800	0.111	0.8
				39.8

donde:

- L : Longitud, m.
 Y : Transmitancia térmica lineal, $W/(m \cdot K)$.

Figura 30. Puentes térmicos.

e) Cálculo de condensaciones

Los resultados del cálculo higrotérmico muestran que, si bien no se producen condensaciones superficiales, sí se detecta condensación intersticial en el cerramiento de fachada durante los meses de enero y febrero. No obstante, la cantidad de agua condensada en cada ciclo anual es inferior a la evaporación posible, por lo que el balance final no da lugar a acumulación de humedad en el sistema. Por tanto, el elemento constructivo se considera apto desde el punto de vista higrotérmico.

En cuanto a la cubierta, no se detectan condensaciones superficiales ni intersticiales en ninguna época del año. El análisis mensual confirma que, en todas las capas del elemento constructivo, la presión de vapor se mantiene por debajo de la presión de saturación, garantizando así la estabilidad higrotérmica del sistema. Esto asegura que no hay riesgo de aparición de humedades ni degradación por condensación en la cubierta del edificio.

En los anejos se adjunta más detallada y analíticamente los cálculos empleados por CypeTherm HEPlus.



6. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DE LA PRIMERA MEJORA ENERGÉTICA

En cuanto a la instalación de climatización del supuesto 2 está integrado por los siguientes equipos:

- Para **calefacción** y **refrigeración** se ha usado un sistema de climatización por agua, formado por un equipo de aerotermia y fancoils como unidad terminal

La característica de dicho equipo se especifica a continuación:

- Aerotermo. Baxi modelo Platinum BC Plus Monobloc 2-6 MR
 - Potencia nominal de calefacción 6350 W
 - COP nominal 4,95
 - Potencia nominal de refrigeración 7000 W
 - EER nominal 3

Respecto a su distribución, el equipo aerotermo se ubicará en el cuarto de mantenimiento, mientras que la distribución de las unidades terminales fancoil se realizará a lo largo del falso techo abarcando la oficina, la biblioteca y el hall principal, ubicándose así también el retorno en el falso techo de las ubicaciones citadas anteriormente.

6.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE

El edificio al que hace referencia este documento es de nueva construcción. Por tanto, conforme al apartado 1 del Documento Básico HE0: Limitación del consumo energético, le resulta de aplicación la presente sección.

a) Consumo de energía primaria

En primer término, el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio no debe superar el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) indicado en la tabla 3.1.b del DB-HE0.

Tabla 3.1.b - HE0
Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

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

C_{FI} : Carga interna media [W/m²]

Figura 33. Valor límite ($C_{ep,nren,lim}$).

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $20 + 8 \cdot C_{FI}$

Donde la carga interna media del edificio (C_{FI}) es de 6.13 W/m^2 por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a $69.07 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.

Obteniendo así para el supuesto 1 el siguiente consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 61.22 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 20 + 8 \cdot C_{FI} = 69.07 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

donde:

- $C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.
- $C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m^2 .

Figura 34. Consumo energía primaria no renovable.

En segundo término, el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) del edificio no debe superar el límite establecido en la tabla 3.2.b del DB-HE0.

Tabla 3.2.b - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$] para uso distinto del residencial privado

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

C_{FI} : Carga interna media [W/m^2]

Figura 35. Valor límite de consumo de energía primaria total.

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $130 + 9 \cdot C_{FI}$

Al ser la carga interna media del edificio (C_{FI}) de 6.13 W/m^2 el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a $185.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.

Por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total es

$$C_{ep,tot} = 132.26 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lím} = 130 + 9 \cdot C_{pi} = 185.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lím}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

C_{pi} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m².

Figura 36. Consumo de energía primaria total.

b) Horas fuera de consigna

Se muestran las horas fuera de consigna, en periodos de ocupación, cuando la temperatura supera en ± 1 °C los límites de calefacción o refrigeración en algún espacio habitable.

$$h_{fc} = 36.25 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 141.92 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

Figura 37. Horas fuera de consigna.

c) Procedimiento de cálculo empleado

El cálculo del consumo de energía primaria del edificio, tanto renovable como no renovable, se ha realizado mediante el programa reconocido CYPETHERM HE Plus, que emplea el motor de simulación EnergyPlus™ (v.23.1). Se ha modelado el comportamiento térmico zonal del edificio con simulación horaria anual, obteniendo la demanda, energía útil aportada y consumo final por equipo y servicio técnico.

La conversión a energía primaria, considerando la producción in situ, se ha llevado a cabo con CteEPBD, integrado en CYPETHERM y desarrollado por el IETcc-CSIC, según la metodología de la norma EN ISO 52000-1:2017 y lo indicado en el apartado 4.1 del CTE DB HE 0.

d) Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados

Los factores de conversión a energía primaria renovable y no renovable se han tomado del Documento Reconocido del RITE, según el apartado 4.1.5 del CTE DB HE0, utilizando el programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los

vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{\text{cap,ren}}$	$f_{\text{cap,ren}}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

$f_{\text{cap,ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{\text{cap,ren}}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

Figura 38. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

e) Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

Se presenta el consumo anual de energía final, primaria y primaria no renovable por cada servicio técnico del edificio. Los valores de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares.

EDIFICIO ($S_u = 110.60 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² -año)	(kWh/año)	(kWh/m ² -año)	(kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Calefacción	5058.37	45.74	6144.32	55.55	1551.18	14.03
Refrigeración	366.29	3.31	643.48	5.82	395.95	3.58
ACS	182.11	1.65	319.97	2.89	196.87	1.78
Ventilación	2459.16	22.23	4320.07	39.06	2658.07	24.03
Iluminación	1821.36	16.47	3199.68	28.93	1968.69	17.80
	9887.28	89.40	14627.51	132.26	6770.76	61.22

donde:

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

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

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Figura 39. Consumo energético del edificio.

f) Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS

La demanda energética del edificio considerada para el cálculo del consumo de energía primaria, según la exigencia HE 0, incluye calefacción, refrigeración y ACS, bajo las condiciones operacionales establecidas.

La demanda de ACS en zonas habitables se determina conforme al apartado 4.1.8 del CTE DB HE 0.

El salto térmico se calcula entre la temperatura de referencia de cada zona y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura del agua de red	5.6	6.6	7.6	10.3	13.3	16.3	18.3	18.3	15.3	11.6	7.6	5.6

Figura 40. Temperatura del agua de red.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, incluyendo las correspondientes demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Zona común	8.0	60.0	110.60	173.91	1.57
	8.0		110.60	173.91	1.57

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²·año.

Figura 41. Demanda energética de ACS.

La demanda energética de calefacción y refrigeración se ha calculado mediante un sistema ideal de rendimiento unitario y potencia infinita, evaluando el consumo hora a hora.

A continuación, se muestran los resultados por zona habitable y la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{ca} (kWh/año)	D_{ca} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
Zona común	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75
	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ca} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

Figura 42. Demanda total del edificio.

Considerando exclusivamente la demanda energética de los sistemas de calefacción y refrigeración, los siguientes gráficos representan las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual.

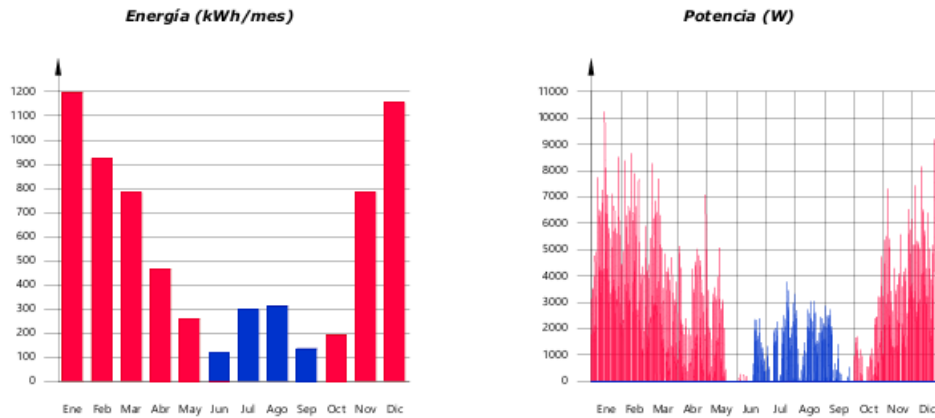


Figura 43. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

g) Energía producida y aportación de energía procedente de fuentes renovables

- Energía eléctrica producida in situ

Se proyecta la instalación de un sistema fotovoltaico de 1,8 kWp en la azotea del edificio de la oficina de turismo, compuesto por 4 paneles de 450 Wp. La producción anual estimada es de 2.798,90 kWh. Para definir con precisión la instalación, será necesario un estudio técnico detallado que contemple el diseño estructural, eléctrico y la integración con el edificio, cumpliendo la normativa vigente.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Solar fotovoltaica	Renovable	179.9	188.0	233.4	242.3	269.4	272.9	305.4	298.0	257.4	217.8	166.7	167.7	2798.9
TOTAL		179.9	188.0	233.4	242.3	269.4	272.9	305.4	298.0	257.4	217.8	166.7	167.7	2798.9

Figura 44. Energía solar fotovoltaica.

- Energía térmica producida in situ

El edificio no cuenta con sistemas térmicos basados exclusivamente en fuentes renovables.

6.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE

a) Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

A continuación, se presenta la caracterización de la envolvente térmica del edificio y de cada una de las zonas incluidas en ella.

	S (m ²)	V (m ³)	V _{int} (m ³)	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ² /m ²)
Zona común	110.60	360.78	353.92	13.06	7.296	-	-
No habitables	--	3.87	2.85	0	3.150	-	-
Envolvente térmica	110.60	364.65	356.76	13.06	7.3	0.12	1.0

donde:

- S: Superficie útil interior, m².
- V: Volumen interior, m³.
- V_{int}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.
- Q_{sol,jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.
- n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.
- q_{sol,jul}: Control solar, kWh/m²/mes.
- V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

Figura 45. Envolvente térmica del edificio.

Con el valor de compacidad obtenido e interpolando en la tabla 3.1.1.c-HE1, se determina un límite Klim de 0,54 W/m²K.

Los resultados de CypeTherm HE Plus indican que el edificio presenta un coeficiente de transmitancia térmica global de 0,52 W/(m²·K). Entrando en el valor límite.

$$K = 0.52 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \leq K_{lim} = 0.54 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$



donde:

- K: Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).
- K_{lim}: Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

Figura 46. Coeficiente de transmitancia térmica global

El siguiente gráfico representa el porcentaje de contribución de cada elemento constructivo al coeficiente de transmitancia térmica global del edificio.

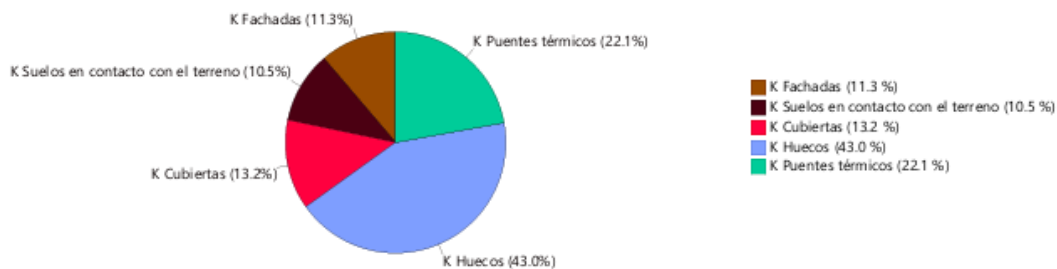


Figura 47. Contribución de cada elemento constructivo.

b) Control solar de la envolvente térmica

El control solar (q_{sol;jul}) se define como la relación entre las ganancias solares de julio (Q_{sol;jul}), con protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil incluida en la envolvente térmica (A_{util}). Este valor no debe superar el límite de 4 kWh/m²·mes establecido en la tabla 3.1.2-HE1 para usos no residenciales privados.

$$q_{sol,jul} = 0.12 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul,lim} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$



donde:

$q_{sol,jul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{sol,jul,lim}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

Figura 48. Control solar de la envolvente térmica.

c) Valores límite de los parámetros de la envolvente térmica

No se superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U _s , U _M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U _c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U _T)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U _{M0})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U _H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		





Figura 49. Valores límite de la envolvente térmica.

Se resume a continuación la transmitancia térmica de nuestro proyecto.

- Transmitancia térmica de solera U: 0.17 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de fachada U: 0.2 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de cubierta U: 0.21 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de huecos U: 0.96 W/(m²·K)

d) Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

- Los cerramientos opacos suponen el 34.89% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Zona común	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	o. (°)	S·U (W/K)	
Fachada		4,35	0,20	0,41	0,60	Oeste(293)	0,89	✓
Fachada		4,35	0,20	0,41	0,60	Noroeste(304)	0,89	✓
Fachada		9,93	0,20	0,41	0,60	Norte(0)	2,03	✓
Fachada		4,35	0,20	0,41	0,60	Este(67)	0,89	✓

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S-U (W/K)	
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(56)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(45)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(34)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(23)	0.87	✓
Fachada	4.35	0.20	0.41	0.60	Norte(11)	0.89	✓
Fachada	7.49	0.20	0.41	0.60	Oeste(270)	1.53	✓
Fachada	2.98	0.20	0.41	0.60	Sureste(124)	0.61	✓
Fachada	2.98	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(236)	0.61	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Sureste(113)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(247)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Este(101)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Oeste(259)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Este(90)	0.87	✓
Fachada	3.12	0.20	0.41	0.60	Este(79)	0.64	✓
Fachada	3.12	0.20	0.41	0.60	Oeste(281)	0.64	✓
Fachada	13.74	0.20	0.41	0.60	Sur(180)	2.81	✓
Cubierta	110.60	0.21	0.35	0.60	-	23.49	✓
Solera	110.60	0.17	0.65	-	-	18.68	✓
						62.44	

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S-U (W/K)	
No habitables							
Cubierta	0.56	0.02 (b = 0.11)	0.35	0.60	-	0.12	✓
Cubierta	0.33	0.04 (b = 0.20)	0.35	0.60	-	0.07	✓
Solera	0.56	0.02 (b = 0.11)	0.65	-	-	0.09	✓
Solera	0.33	0.03 (b = 0.20)	0.65	-	-	0.06	✓
						0.34	

donde:

- S: Superficie, m².
- U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).
- U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).
- b: Coeficiente de reducción de temperatura.
- a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

Figura 50. Cerramientos opacos en la envolvente térmica.

- Los huecos suponen el 42.98% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).










Zona común	S (m ²)	O. (°)	F _r (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S-U (W/K)	g _{sol,n}	g _{sol,h,w}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Oeste(270)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (230-235)	5.06	Sur(180)	1.00	5.40	5.70	27.32	0	0	0	0	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
						77.33			13.06	100.00	

donde:

- S: Superficie, m².
- O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.
- F_r: Fracción de parte opaca, %.
- U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).
- U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).
- g_{sol}: Factor solar.
- g_{sol,h,w}: Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.
- Q_{sol,jul}: Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.
- %q_{sol,jul}: Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

Figura 51. Huecos en la envolvente térmica.

- Los puentes térmicos suponen el 22.13% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Zona común				
Encuentro de fachada con solera		23.053	0.226	5.2
Encuentro de fachada con solera		16.537	0.360	5.9
Encuentro de fachada con cubierta		39.590	0.232	9.2
Pilar		16.000	1.126	18.0
Esquina saliente de fachadas		6.400	0.059	0.4
Esquina entrante de fachadas		3.200	-0.090	-0.3
Hueco de ventana		6.800	0.080	0.5
Hueco de ventana		8.800	0.009	0.1
Hueco de ventana		6.800	0.111	0.8
				39.8

donde:

L: Longitud, m.

Y: Transmitancia térmica lineal, W/(m·K).

Figura 52. Puentes térmicos.

e) Cálculo de condensaciones

Los resultados del cálculo higrotérmico muestran que, si bien no se producen condensaciones superficiales, sí se detecta condensación intersticial en el cerramiento de fachada durante los meses de enero y febrero. No obstante, la cantidad de agua condensada en cada ciclo anual es inferior a la evaporación posible, por lo que el balance final no da lugar a acumulación de humedad en el sistema. Por tanto, el elemento constructivo se considera apto desde el punto de vista higrotérmico.

En cuanto a la cubierta, no se detectan condensaciones superficiales ni intersticiales en ninguna época del año. El análisis mensual confirma que, en todas las capas del elemento constructivo, la presión de vapor se mantiene por debajo de la presión de saturación, garantizando así la estabilidad higrotérmica del sistema. Esto asegura que no hay riesgo de aparición de humedades ni degradación por condensación en la cubierta del edificio.

En los anejos se adjunta más detallada y analíticamente los cálculos empleados por CypeTherm HEPlus.

7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0, DB-HE1 DEL CTE DB-HE 2019 DE LA SEGUNDA MEJORA ENERGÉTICA

En cuanto a la instalación de climatización del supuesto 3 está formado por los siguientes equipos:

- Para **calefacción y refrigeración** se ha usado un sistema de expansión directa, formado por una bomba de calor 2 tubos como unidad exterior y como unidades interior sistemas cassette.

Las características de dichos equipos se especifican a continuación:

- Bomba de calor. Daikin modelo RXYSQ4TV1
 - 2 tubos
 - Potencia nominal de calefacción 14200 W
 - COP nominal 4,14
 - Potencia nominal de refrigeración 12100 W
 - EER nominal 3,99
- Cassete. Daikin modelo FXZQ32A
 - Potencia de refrigeración 3600 W
 - Potencia de calefacción 4000 W

Respecto a su distribución, la bomba de calor 2 tubos se ubicará en la cubierta, mientras que las unidades terminales cassette se ubicarán en el falso techo de los recintos Hall principal, oficina y biblioteca, dejando visible únicamente una rejilla decorativa por la que se realiza la impulsión y el retorno del aire.

7.1. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE0 DEL CTE DB-HE

El edificio al que hace referencia este documento es de nueva construcción. Por tanto, conforme al apartado 1 del Documento Básico HE0: Limitación del consumo energético, le resulta de aplicación la presente sección.

a) Consumo de energía primaria

En primer término, el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio no debe superar el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) indicado en la tabla 3.1.b del DB-HE0.

Tabla 3.1.b - HE0
Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW-h/m²-año] para uso distinto del residencial privado

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]

Figura 53. Valor límite ($C_{ep,nren,lim}$).

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $20 + 8 \cdot C_{FI}$

Donde la carga interna media del edificio (C_{FI}) es de 6.13 W/m² por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a 69.07 kW/m² * año.

Obteniendo así para el supuesto 1 el siguiente consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 59.23 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 20 + 8 \cdot C_{FI} = 69.07 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

donde:

- $C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, kWh/m²-año.
- $C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), kWh/m²-año.
- C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m².

Figura 54. Consumo energía primaria no renovable.

En segundo término, el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) del edificio no debe superar el límite establecido en la tabla 3.2.b del DB-HE0.

Tabla 3.2.b - HE0
Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW-h/m²-año] para uso distinto del residencial privado

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

C_{FI} : Carga interna media[W/m²]

Figura 55. Valor límite de consumo de energía primaria total.

Al estar en una zona climática D, y con uso distinto a residencial privado, tenemos un valor límite de $130 + 9 \cdot C_{FI}$

Al ser la carga interna media del edificio (C_{FI}) de 6.13 W/m^2 el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable deberá ser menor o igual a $185.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.

Por lo que el consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total es

$$C_{ep,tot} = 129.24 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 130 + 9 \cdot C_{FI} = 185.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{año}$.

C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 6.13 W/m^2 .

Figura 56. Consumo de energía primaria total.

b) Horas fuera de consigna

Se muestran las horas fuera de consigna, en periodos de ocupación, cuando la temperatura supera en $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ los límites de calefacción o refrigeración en algún espacio habitable.

$$h_{fc} = 16 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 141.92 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año .

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año .

Figura 57. Horas fuera de consigna.

c) Procedimiento de cálculo empleado

El cálculo del consumo de energía primaria del edificio, tanto renovable como no renovable, se ha realizado mediante el programa reconocido CYPETHERM HE Plus, que emplea el motor de simulación EnergyPlus™ (v.23.1). Se ha modelado el comportamiento térmico zonal del edificio con simulación horaria anual, obteniendo la demanda, energía útil aportada y consumo final por equipo y servicio técnico.

La conversión a energía primaria, considerando la producción in situ, se ha llevado a cabo con CteEPBD, integrado en CYPETHERM y desarrollado por el IETcc-CSIC, según la metodología de la norma EN ISO 52000-1:2017 y lo indicado en el apartado 4.1 del CTE DB HE 0.

d) Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados

Los factores de conversión a energía primaria renovable y no renovable se han tomado del Documento Reconocido del RITE, según el apartado 4.1.5 del CTE DB HE0, utilizando el programa CteEPBD.

Para las fuentes de energía utilizadas en el edificio que no se encuentran definidas en dicho documento, se han considerado los factores de conversión correspondientes a los vectores energéticos "Red 1" y "Red 2".

Vector energético	$f_{cap,ren}$	$f_{cap,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad producida in situ	0	1.000
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

$f_{cap,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

$f_{cap,ren}$: Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables.

Figura 58. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

e) Consumo energético de los servicios técnicos del edificio

Se presenta el consumo anual de energía final, primaria y primaria no renovable por cada servicio técnico del edificio. Los valores de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares.

EDIFICIO ($S_u = 110.60 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{ren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	5041.89	45.59	6149.52	55.60	1582.14	14.31
Refrigeración	203.41	1.84	355.14	3.21	216.67	1.96
ACS	182.11	1.65	317.98	2.88	193.99	1.75
Ventilación	2459.16	22.23	4292.64	38.81	2618.92	23.68
Iluminación	1821.36	16.47	3179.33	28.75	1939.72	17.54
	9707.92	87.77	14294.49	129.24	6551.33	59.23

donde:

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

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

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{ren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

Figura 59. Consumo energético del edificio.

f) Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS

La demanda energética del edificio considerada para el cálculo del consumo de energía primaria, según la exigencia HE 0, incluye calefacción, refrigeración y ACS, bajo las condiciones operacionales establecidas.

La demanda de ACS en zonas habitables se determina conforme al apartado 4.1.8 del CTE DB HE 0.

El salto térmico se calcula entre la temperatura de referencia de cada zona y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura del agua de red	5.6	6.6	7.6	10.3	13.3	16.3	18.3	18.3	15.3	11.6	7.6	5.6

Figura 60. Temperatura del agua de red.

A continuación, se presentan los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, incluyendo las correspondientes demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² -año)
Zona común	8.0	60.0	110.60	173.91	1.57
	8.0		110.60	173.91	1.57

donde:

Q_{ACS} : Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.

T_{ref} : Temperatura de referencia, °C.

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria incluyendo pérdidas por acumulación, distribución y recirculación, kWh/m²-año.

Figura 61. Demanda energética de ACS.

La demanda energética de calefacción y refrigeración se ha calculado mediante un sistema ideal de rendimiento unitario y potencia infinita, evaluando el consumo hora a hora.

A continuación, se muestran los resultados por zona habitable y la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² -año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/m ² -año)
Zona común	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75
	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²-año.

Figura 62. Demanda total del edificio.

Considerando exclusivamente la demanda energética de los sistemas de calefacción y refrigeración, los siguientes gráficos representan las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual.

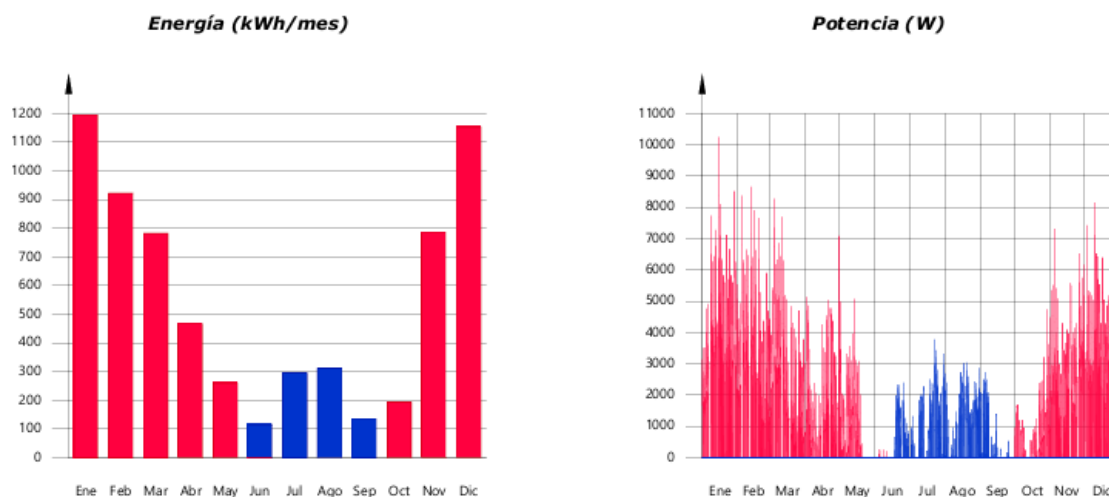


Figura 63. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

g) Energía producida y aportación de energía procedente de fuentes renovables

- Energía eléctrica producida in situ

Se proyecta la instalación de un sistema fotovoltaico de 1,8 kWp en la azotea del edificio de la oficina de turismo, compuesto por 4 paneles de 450 Wp. La producción anual estimada es de 2.798,90 kWh. Para definir con precisión la instalación, será necesario un estudio técnico detallado que contemple el diseño estructural, eléctrico y la integración con el edificio, cumpliendo la normativa vigente.

Sistema de producción	Origen	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh)
Solar fotovoltaica	Renovable	179.9	188.0	233.4	242.3	269.4	272.9	305.4	298.0	257.4	217.8	166.7	167.7	2798.9
TOTAL		179.9	188.0	233.4	242.3	269.4	272.9	305.4	298.0	257.4	217.8	166.7	167.7	2798.9

Figura 64. Energía solar fotovoltaica.

- Energía térmica producida in situ

El edificio no cuenta con sistemas térmicos basados exclusivamente en fuentes renovables.

7.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DB-HE1 DEL CTE DB-HE

a) Coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica

A continuación, se presenta la caracterización de la envolvente térmica del edificio y de

cada una de las zonas incluidas en ella.

	S (m ²)	V (m ³)	V _{int} (m ³)	Q _{sol;jul} (kWh/mes)	n ₅₀ (h ⁻¹)	q _{sol;jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Zona común	110.60	360.78	353.92	13.06	7.296	-	-
No habitables	--	3.87	2.85	0	3.150	-	-
Envolvente térmica	110.60	364.65	356.76	13.06	7.3	0.12	1.0

donde:

S: Superficie útil interior, m².

V: Volumen interior, m³.

V_{int}: Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m³.

Q_{sol;jul}: Ganancias solares para el mes de julio de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica, con sus protecciones solares móviles activadas, kWh/mes.

n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

q_{sol;jul}: Control solar, kWh/m²/mes.

V/A: Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m³/m².

Figura 65. Envlovente térmica del edificio

Con el valor de compacidad obtenido e interpolando en la tabla 3.1.1.c-HE1, se determina un límite Klim de 0,54 W/m²K.

Los resultados de CypeTherm HE Plus indican que el edificio presenta un coeficiente de transmitancia térmica global de 0,52 W/(m²·K). Entrando en el valor límite.

$$K = 0.52 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \leq K_{\text{lim}} = 0.54 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

donde:

K: Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

K_{lim}: Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, W/(m²·K).

Figura 66. Coeficiente de transmitancia térmica global.

El siguiente gráfico representa el porcentaje de contribución de cada elemento constructivo al coeficiente de transmitancia térmica global del edificio.

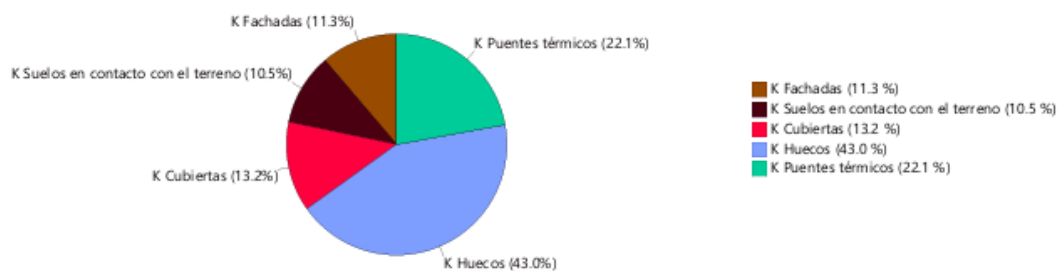


Figura 67. Contribución de cada elemento constructivo.

b) Control solar de la envolvente térmica

El control solar (q_{sol;jul}) se define como la relación entre las ganancias solares de julio (Q_{sol;jul}), con protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil incluida en la

envolvente térmica (Autil). Este valor no debe superar el límite de 4 kWh/m²·mes establecido en la tabla 3.1.2-HE1 para usos no residenciales privados.

$q_{sol,jul} = 0.12 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{sol,jul,lim} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$ ✓

donde:

$q_{sol,jul}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{sol,jul,lim}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

Figura 68. Control solar de la envolvente térmica.

c) Valores límite de los parámetros de la envolvente térmica

No se superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U _s , U _M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U _c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U _T)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U _{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U _H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		





Figura 69. Valores límite de la envolvente térmica.

Se resume a continuación la transmitancia térmica de nuestro proyecto.

- Transmitancia térmica de solera U: 0.17 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de fachada U: 0.20 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de cubierta U: 0.21 W/(m²·K)
- Transmitancia térmica de huecos U: 0.96 W/(m²·K)

d) Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

- Los cerramientos opacos suponen el 34.89% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

Zona común	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	o. (°)	S·U (W/K)	
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Oeste(293)	0.89	✓
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Noroeste(304)	0.89	✓
Fachada		9.93	0.20	0.41	0.60	Norte(0)	2.03	✓
Fachada		4.35	0.20	0.41	0.60	Este(67)	0.89	✓

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(56)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(45)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(34)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Noreste(23)	0.87	✓
Fachada	4.35	0.20	0.41	0.60	Norte(11)	0.89	✓
Fachada	7.49	0.20	0.41	0.60	Oeste(270)	1.53	✓
Fachada	2.98	0.20	0.41	0.60	Sureste(124)	0.61	✓
Fachada	2.98	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(236)	0.61	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Sureste(113)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Sudoeste(247)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Este(101)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Oeste(259)	0.87	✓
Fachada	4.26	0.20	0.41	0.60	Este(90)	0.87	✓
Fachada	3.12	0.20	0.41	0.60	Este(79)	0.64	✓
Fachada	3.12	0.20	0.41	0.60	Oeste(281)	0.64	✓
Fachada	13.74	0.20	0.41	0.60	Sur(180)	2.81	✓
Cubierta	110.60	0.21	0.35	0.60	-	23.49	✓
Solera	110.60	0.17	0.65	-	-	18.68	✓
						62.44	

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	a	O. (°)	S·U (W/K)	
No habitables							
Cubierta	0.56	0.02 (b = 0.11)	0.35	0.60	-	0.12	✓
Cubierta	0.33	0.04 (b = 0.20)	0.35	0.60	-	0.07	✓
Solera	0.56	0.02 (b = 0.11)	0.65	-	-	0.09	✓
Solera	0.33	0.03 (b = 0.20)	0.65	-	-	0.06	✓
						0.34	

donde:

S: Superficie, m².

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

U_{lim}: Transmitancia térmica límite aplicada, W/(m²·K).

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

a: Coeficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.

O.: Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), °.

Figura 70. Cerramientos opacos en la envolvente térmica.

- Los huecos suponen el 42.98% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).










	S (m ²)	O. (°)	F _r (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{sol,n}	g _{sol,h,wl}	Q _{sol,Jul} (kWh/mes)	% q _{sol,Jul}	
Zona común											
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Norte(0)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (100-105)	2.20	Oeste(270)	1.00	5.40	5.70	11.88	0	0	0	0	✓
P1 (230-235)	5.06	Sur(180)	1.00	5.40	5.70	27.32	0	0	0	0	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
V1 (340-345)	7.48	Sur(180)	0.20	0.96	1.80	7.18	0.48	0.05	6.53	50.00	✓
						77.33			13.06	100.00	

donde:

- S : Superficie, m^2 .
 O : Orientación de la superficie (azimut respecto al norte), $^\circ$.
 F_r : Fracción de parte opaca, %.
 U : Transmitancia térmica, $W/(m^2 \cdot K)$.
 U_{lim} : Transmitancia térmica límite aplicada, $W/(m^2 \cdot K)$.
 g_s : Factor solar.
 $g_{s,sh,sh}$: Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados.
 Q_{solar} : Ganancia solar para el mes de julio con las protecciones solares móviles activadas, kWh/mes .
 $\%q_{sol,sh}$: Repercusión en el parámetro de control solar de la envolvente térmica, %.

Figura 71. Huecos en la envolvente térmica.

- Los puentes térmicos suponen el 22.13% del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Y (W/(m·K))	L·Y (W/K)
Zona común				
Encuentro de fachada con solera		23.053	0.226	5.2
Encuentro de fachada con solera		16.537	0.360	5.9
Encuentro de fachada con cubierta		39.590	0.232	9.2
Pilar		16.000	1.126	18.0
Esquina saliente de fachadas		6.400	0.059	0.4
Esquina entrante de fachadas		3.200	-0.090	-0.3
Hueco de ventana		6.800	0.080	0.5
Hueco de ventana		8.800	0.009	0.1
Hueco de ventana		6.800	0.111	0.8
				39.8

donde:

- L : Longitud, m.
 Y : Transmitancia térmica lineal, $W/(m \cdot K)$.

Figura 72. Puentes térmicos.

e) Cálculo de condensaciones

Los resultados del cálculo higrotérmico muestran que, si bien no se producen condensaciones superficiales, sí se detecta condensación intersticial en el cerramiento de fachada durante los meses de enero y febrero. No obstante, la cantidad de agua condensada en cada ciclo anual es inferior a la evaporación posible, por lo que el balance final no da lugar a acumulación de humedad en el sistema. Por tanto, el elemento constructivo se considera apto desde el punto de vista higrotérmico.

En cuanto a la cubierta, no se detectan condensaciones superficiales ni intersticiales en ninguna época del año. El análisis mensual confirma que, en todas las capas del elemento constructivo, la presión de vapor se mantiene por debajo de la presión de saturación, garantizando así la estabilidad higrotérmica del sistema. Esto asegura que no hay riesgo

de aparición de humedades ni degradación por condensación en la cubierta del edificio.

En los anejos se adjunta más detallada y analíticamente los cálculos empleados por CypeTherm HEPlus.



8. JUSTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

La sección HE 3 del Documento Básico del Código Técnico de la Edificación (CTE), relativa a la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, se aplica en el presente proyecto al tratarse de un edificio de nueva construcción. Además, se ha considerado la norma UNE-EN 12464-1, que establece los niveles mínimos de iluminancia necesarios en los lugares de trabajo interiores, en función del uso específico de cada recinto.

Para seleccionar adecuadamente las luminarias, se han seguido los valores de iluminancia media horizontal mantenida (E_m) indicados en la norma mencionada, adoptando como referencia 200 lux para los cuartos de baño, 300 lux en el mostrador de recepción y 500 lux para oficinas y biblioteca, donde se exige mayor precisión visual.

En los espacios con mayores requerimientos lumínicos, como la biblioteca, el hall y las oficinas, se han previsto luminarias con lámparas fluorescentes, ya que permiten alcanzar un flujo luminoso total más elevado, lo que facilita cumplir con los niveles normativos y asegurar un entorno visual adecuado para el uso previsto del edificio.

Así se disponen dos tipos de luminarias en estos recintos, según la superficie de estos:

- Se ha seleccionado la luminaria **PHILIPS RC132V G6 OC /830**, de forma cuadrada y dimensiones 60 x 60 cm, con una potencia de 26 W y un flujo luminoso total de 3400 lm. Su rendimiento la hace adecuada para espacios como oficinas o bibliotecas, y su curva fotométrica, incluida a continuación, asegura una distribución uniforme de la luz.

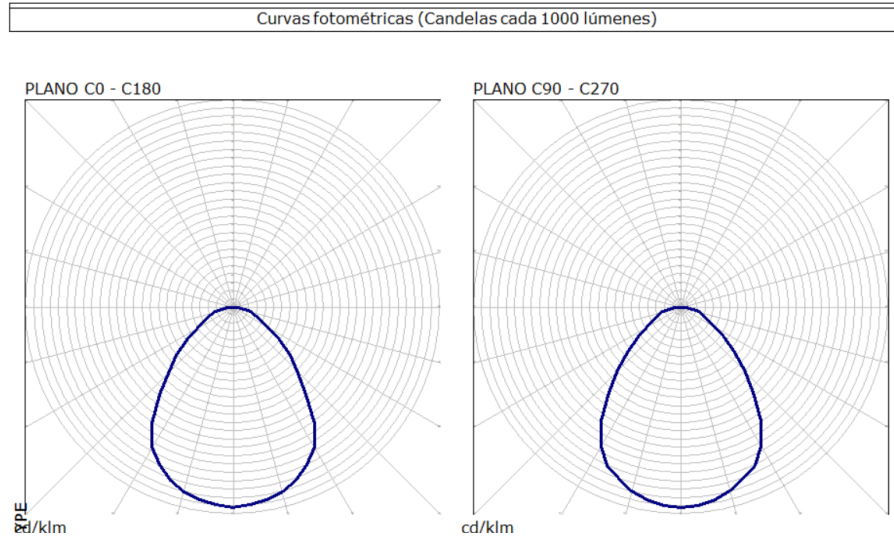


Figura 73. Curva fotométrica Philips RC132V.

Las luminarias se instalan a una altura de 3,50 metros y se distribuyen de manera que proporcionen una iluminación uniforme en cada recinto. Para ello, se considera tanto la forma de las luminarias como las dimensiones y características del espacio a iluminar. Para las zonas con menor requerimiento lumínico, como el aseo, se ha optado por instalar luminarias tipo LED. Estos espacios, aunque presentan una mayor longitud, requieren una iluminancia mantenida inferior, por lo que las luminarias LED resultan una solución eficiente y adecuada. Las luminarias seleccionadas son las siguientes:

- Se ha seleccionado la luminaria PHILIPS DN145B LED20S/840 PSD-E II WH para los aseos, con una potencia total de 22,5 W y un flujo luminoso de 2100,36 lúmenes. Aunque su forma es circular, con un diámetro aproximado de 17,5 cm, ofrece un rendimiento adecuado para espacios alargados con baja exigencia de iluminancia. A continuación, se muestra su curva fotométrica.

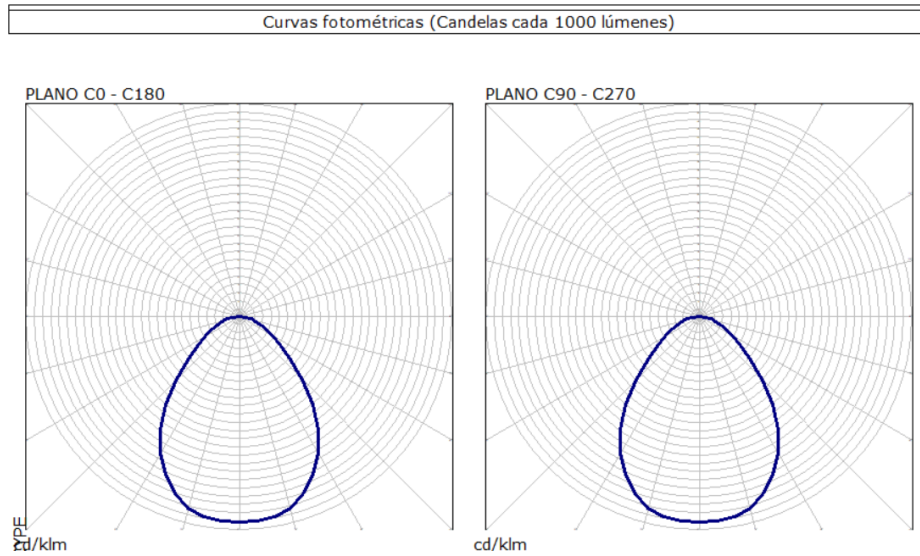
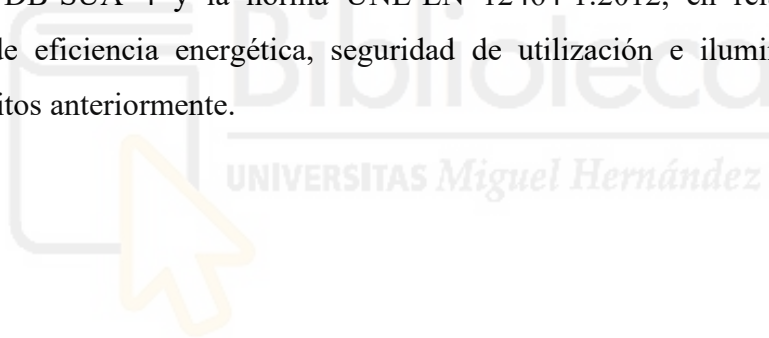


Figura 74. Curva fotométrica Philips DNI45B.

A continuación, se verifica el cumplimiento de los requisitos establecidos en el CTE DB-HE, el CTE DB-SUA 4 y la norma UNE-EN 12464-1:2012, en relación con las condiciones de eficiencia energética, seguridad de utilización e iluminación de los recintos descritos anteriormente.



En primer lugar, la **oficina**.

1. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-HE 3

1.1. Información referente a la zona

	Proyecto
Índice del local, K	0.83
Número de puntos considerados, n	4
Factor de mantenimiento, F_m	0.80
Potencia total instalada en lámparas + equipos aux, P (W)	78.00
Eficiencia de las lámparas (lm/W)	131
Iluminancia media horizontal mantenida, E_m (lux)	646.73
Índice de deslumbramiento unificado, UGR	14.00
Índice de rendimiento de color de las lámparas, R_a	80.00

Zona de actividad diferenciada: Administrativo en general			
	Proyecto	Norma	Cumple
Valor de eficiencia energética de la instalación, VEEI (W/m^2)	1.05	≤ 3.0	✓

2. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-SUA 4

2.1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Zona interior			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mínima a nivel del suelo (lux)	433.44	≥ 100	✓
Factor de uniformidad media (%)	82	≥ 40	✓

3. UNE-EN 12464-1:2012

3.1. Requisitos de alumbrado para áreas interiores, tareas y actividades

Verificación de los requisitos de iluminación según el tipo de actividad, propuestos por la norma EN 12464-1.

5.26.2 Oficinas - Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mantenida, E_m (lux)	646.73	≥ 500	✓
Índice de Deslumbramiento Unificado, UGR	14	≤ 19	✓
Uniformidad de iluminancia, U_0	0.73	≥ 0.60	✓
Índice de reproducción cromática mínimo, R_a	80	≥ 80	✓

Figura 75. Exigencias HE3 en oficina.

En segundo lugar, el **hall principal**.

1.1. Información referente a la zona

	Proyecto
Índice del local, K	1.15
Número de puntos considerados, n	9
Factor de mantenimiento, F_m	0.80
Potencia total instalada en lámparas + equipos aux., P (W)	260.00
Eficiencia de las lámparas (lm/W)	131
Iluminancia media horizontal mantenida, E_m (lux)	302.02
Índice de deslumbramiento unificado, UGR	18.00
Índice de rendimiento de color de las lámparas, R_a	80.00

Zona de actividad diferenciada: Zonas comunes en edificios no residenciales			
	Proyecto	Norma	Cumple
Valor de eficiencia energética de la instalación, VEEI (W/m^2)	1.19	≤ 6.0	✓

2. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-SUA 4

2.1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Zona interior			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mínima a nivel del suelo (lux)	186.69	≥ 100	✓
Factor de uniformidad media (%)	62	≥ 40	✓

3. UNE-EN 12464-1:2012

3.1. Requisitos de alumbrado para áreas interiores, tareas y actividades

Verificación de los requisitos de iluminación según el tipo de actividad, propuestos por la norma EN 12464-1.

5.26.6 Oficinas - Mostrador de recepción			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mantenida, E_m (lux)	302.02	≥ 300	✓
Índice de Deslumbramiento Unificado, UGR	18	≤ 22	✓
Uniformidad de iluminancia, U_o	0.62	≥ 0.60	✓
Índice de reproducción cromática mínimo, R_a	80	≥ 80	✓

Figura 76. Exigencias HE3 en hall principal.

En tercer lugar, la biblioteca

1. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-HE 3

1.1. Información referente a la zona

	Proyecto
Índice del local, K	0.80
Número de puntos considerados, n	4
Factor de mantenimiento, F_m	0.80
Potencia total instalada en lámparas + equipos aux., P (W)	130.00
Eficiencia de las lámparas (lm/W)	131
Iluminancia media horizontal mantenida, E_m (lux)	510.82
Índice de deslumbramiento unificado, UGR	13.00
Índice de rendimiento de color de las lámparas, R_a	80.00

Zona de actividad diferenciada: Administrativo en general			
	Proyecto	Norma	Cumple
Valor de eficiencia energética de la instalación, VEEI (W/m^2)	1.16	≤ 3.0	✓

2. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-SUA 4

2.1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Zona interior			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mínima a nivel del suelo (lux)	359.57	≥ 100	✓
Factor de uniformidad media (%)	81	≥ 40	✓

3. UNE-EN 12464-1:2012

3.1. Requisitos de alumbrado para áreas interiores, tareas y actividades

Verificación de los requisitos de iluminación según el tipo de actividad, propuestos por la norma EN 12464-1.

5.26.2 Oficinas - Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mantenida, E_m (lux)	510.82	≥ 500	✓
Índice de Deslumbramiento Unificado, UGR	13	≤ 19	✓
Uniformidad de iluminancia, U_o	0.80	≥ 0.60	✓
Índice de reproducción cromática mínimo, R_a	80	≥ 80	✓

Figura 77. Exigencias HE3 en biblioteca.

Y, en cuarto lugar, el aseo.

1. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-HE 3

1.1. Información referente a la zona

	Proyecto
Índice del local, K	0.32
Número de puntos considerados, n	4
Factor de mantenimiento, F _m	0.80
Potencia total instalada en lámparas + equipos aux., P (W)	45.00
Eficiencia de las lámparas (lm/W)	93
Iluminancia media horizontal mantenida, E _m (lux)	300.19
Índice de deslumbramiento unificado, UGR	0.00
Índice de rendimiento de color de las lámparas, R _a	80.00

Zona de actividad diferenciada: Administrativo en general			
	Proyecto	Norma	Cumple
Valor de eficiencia energética de la instalación, VEEI (W/m ²)	2.96	≤ 3.0	✓

2. EXIGENCIA BÁSICA CTE DB-SUA 4

2.1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Zona interior			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mínima a nivel del suelo (lux)	280.71	≥ 100	✓
Factor de uniformidad media (%)	94	≥ 40	✓

3. UNE-EN 12464-1:2012

3.1. Requisitos de alumbrado para áreas interiores, tareas y actividades

Verificación de los requisitos de iluminación según el tipo de actividad, propuestos por la norma EN 12464-1.

5.2.4 Áreas comunes dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios - Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios			
	Proyecto	Norma	Cumple
Iluminancia mantenida, E _m (lux)	300.19	≥ 200	✓
Índice de Deslumbramiento Unificado, UGR	0	≤ 25	✓
Uniformidad de iluminancia, U ₀	0.94	≥ 0.40	✓
Índice de reproducción cromática mínimo, R _a	80	≥ 80	✓

Figura 78. Exigencias HE3 en aseo.

9. ESTUDIO DE MEDIDAS DE MEJORAS

9.1. RESUMEN DE RESULTADOS

El sistema considerado como situación inicial (caldera de biomasa + suelo radiante + splits) se ha utilizado como referencia para evaluar las medidas de mejora. Este sistema, aunque normativamente se considera renovable por el uso de biomasa, presenta el mayor consumo de energía primaria no renovable ($60,36 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$) y las emisiones más altas ($10,85 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$). Además, muestra el coste anual de energía más elevado ($1131,00 \text{ €}$) y no proporciona ahorro neto económico, lo que se traduce en una recuperación de la inversión nula. Por tanto, se considera la alternativa más desfavorable entre las analizadas en términos de eficiencia global.

En contraste, la solución basada en aerotermia con fan coils presenta una mejora clara en todos los indicadores. Con un coste neto de inversión de $5816,40 \text{ €}$ y un ahorro energético neto de $591,93 \text{ €}$ anuales, reduce tanto el consumo ($61,21 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$) como las emisiones ($10,38 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$). Esto permite obtener una recuperación de la inversión negativa ($-4,63$ años), lo que implica que desde el primer año ya se produce un beneficio económico respecto al sistema inicial.

Por su parte, el sistema de bomba de calor con unidades interiores tipo cassette (VRV) se consolida como la mejor opción técnica y económica. Con el menor consumo energético ($59,23 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$) y unas emisiones de $10,03 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$, ofrece también el mayor ahorro neto anual ($610,92 \text{ €}$) y la recuperación de la inversión más rápida ($-4,38$ años). Esta recuperación negativa, al igual que en el caso anterior, se debe a que el sistema de referencia (biomasa) es mucho más costoso y menos eficiente, tanto energética como económicamente.

En conjunto, las simulaciones realizadas demuestran que ambos sistemas de mejora suponen un beneficio inmediato frente a la situación inicial, siendo el sistema VRV la opción más recomendable por su equilibrio entre consumo, emisiones y rentabilidad a corto plazo.

	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m ²)	Emisiones (kg CO ₂ /m ²)
Situación inicial (Biomasa)	8559.55	1131.00	0.00	0.00	60.36	10.85
Aeroterminia + fancoils	5816.40	589.07	591.93	-4.63	61.21	10.38
Sistema Bomba de calor + Cassette	5886.40	570.08	610.92	-4.38	59.23	10.03

Figura 79. Resumen de resultados.

9.2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

Desde el punto de vista energético, los tres sistemas de climatización evaluados cumplen con las exigencias del Código Técnico de la Edificación (CTE). Sin embargo, existen diferencias significativas entre ellos en cuanto a eficiencia. El sistema más eficiente es el de bomba de calor con unidades tipo cassette (VRV), con un consumo de energía primaria no renovable de 59,23 kWh/m²·año, el valor más bajo registrado.

Le sigue la solución inicial basada en biomasa con suelo radiante y splits, con 60,36 kWh/m²·año, un resultado intermedio pero limitado por la baja contribución del sistema eléctrico. Por último, la aeroterminia con fancoils presenta el mayor consumo (61,21 kWh/m²·año), pese a tratarse de una tecnología ampliamente promovida a nivel normativo.

Estos resultados sitúan al sistema VRV como la opción más eficiente desde el punto de vista energético, superando incluso a la aeroterminia en este contexto concreto.

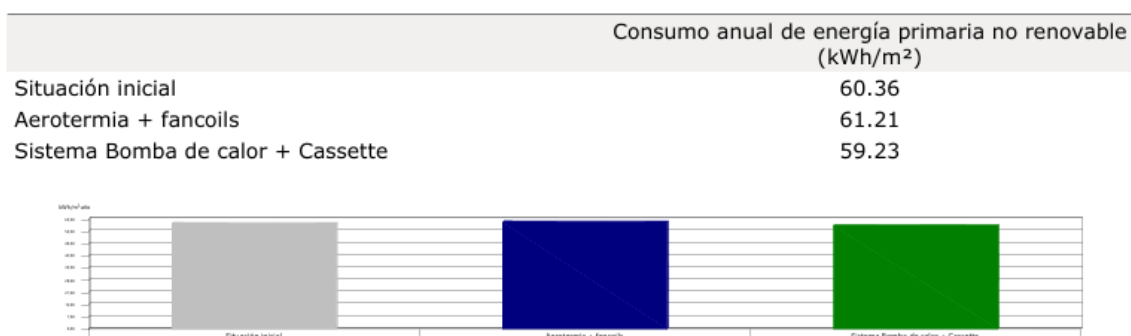


Figura 80. Resumen análisis energético.

9.3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

a) Recuperación de la inversión

El sistema de bomba de calor con unidades tipo cassette (VRV) es la alternativa más favorable desde el punto de vista económico. Con una subvención de 2.690 €, su coste neto de inversión se reduce a 5.886,40 €, logrando además el mayor ahorro neto anual (610,92 €) entre todas las opciones. Esto se traduce en un plazo de recuperación de la inversión de -4,38 años, lo que indica que la inversión se amortiza incluso antes del inicio del periodo de análisis, gracias a que los ahorros superan ampliamente el coste inicial del sistema de biomasa.

Por su parte, el sistema de aerotermia con fancoils, aunque presenta un coste neto ligeramente inferior (5.816,40 € tras 2.550 € de subvención), alcanza un ahorro neto anual más reducido (591,93 €), y un plazo de recuperación algo más largo (-4,63 años).

En cambio, el sistema de biomasa con suelo radiante y splits, utilizado como situación inicial, resulta económicamente menos competitivo. A pesar de recibir una subvención de 1.700 €, su coste neto asciende a 8.559,55 €, y sus gastos de energía y mantenimiento son los más elevados (1.131,00 €/año).

	Coste neto de la inversión				Ahorro neto anual				Plazo de recuperación de la inversión (año)
	Coste (EUR)	Subvenciones (EUR)	Neto resultante (EUR)	Diferencia (EUR)	Coste de la energía (EUR/año)	Ahorro energético (EUR/año)	Mantenimiento (EUR/año)	Ahorro neto (EUR/año)	
Situación inicial	10259.55	1700.00	8559.55	0.00	1131.00	0.00	200.00	0.00	0.00
Aerotermia fancoils	8366.40	2550.00	5816.40	-2743.15	589.07	541.93	150.00	591.93	-4.63
Sistema Bomba de calor + cassette	8576.40	2690.00	5886.40	-2673.15	570.08	560.92	150.00	610.92	-4.38

Recuperación de la inversión



Figura 81. Resumen recuperación de la inversión.

b) Análisis dinámico de recuperación: VAN

El análisis dinámico del Valor Actual Neto (VAN) confirma que tanto la aerotermia con fancoils como el sistema de bomba de calor con unidades tipo cassette son opciones altamente rentables a largo plazo en comparación con la situación inicial de biomasa.

La aerotermia se posiciona como la alternativa más ventajosa, alcanzando un VAN acumulado de 11.142,34 € tras 15 años, gracias a su bajo coste de inversión, elevada eficiencia energética y costes de mantenimiento moderados. El sistema de bomba de calor con cassette también demuestra una excelente rentabilidad, con un VAN de 11.338,20 € al finalizar el periodo de análisis, incluso a pesar de su inversión inicial ligeramente superior.

Cabe destacar que ambos sistemas presentan VAN positivos desde los primeros años del análisis, lo que refleja un rápido retorno económico. Estos valores tan elevados se deben a que la comparación se realiza frente a un sistema inicial de biomasa, que es el menos eficiente y más costoso en términos energéticos y económicos.

De hecho, el sistema de biomasa presenta un VAN igual a 0, no porque carezca de valor económico, sino porque ha sido tomado como situación inicial en las simulaciones. Cuando se invierte la referencia y se toma como base comparativa la aerotermia o el sistema VRV, el sistema de biomasa arroja VAN negativos, confirmando que se trata de la opción menos rentable a lo largo del periodo de estudio.

Todos los cálculos se han realizado según la metodología UNE 15459 e IDAE, considerando una inflación del 2,25 %, un incremento anual del coste de la energía del 3 % y una tasa de descuento del 3 %. Bajo estas condiciones, los resultados refuerzan la idoneidad de los sistemas basados en aerotermia y bomba de calor como alternativas sostenibles y económicamente competitivas.

3.3.1. Aerotermia + fancoils

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	591.93	0.00	-50.00	0.00	2743.15
1	593.05	591.93	-51.13	-50.00	3335.08
2	594.20	1184.98	-52.28	-101.13	3928.13
3	595.38	1779.19	-53.45	-153.40	4522.34
4	596.58	2374.57	-54.65	-206.85	5117.72
5	597.81	2971.15	-55.88	-261.51	5714.30
6	599.07	3568.96	-57.14	-317.39	6312.11
7	600.36	4168.03	-58.43	-374.53	6911.18
8	601.67	4768.39	-59.74	-432.96	7511.54
9	603.01	5370.06	-61.09	-492.70	8113.21
10	604.39	5973.07	-62.46	-553.79	8716.22
11	605.79	6577.46	-63.87	-616.25	9320.61
12	607.23	7183.26	-65.30	-680.11	9926.41
13	608.70	7790.49	-66.77	-745.41	10533.64
14	610.20	8399.19	-68.27	-812.19	11142.34

Producido por una versión educativa de CYPE

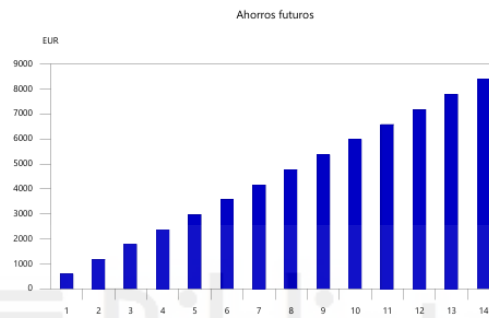


Figura 82. Estudio VAN supuesto aerotermia.

3.3.2. Sistema Bomba de calor + Cassette

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	610.92	0.00	-50.00	0.00	2673.15
1	612.04	610.92	-51.13	-50.00	3284.07
2	613.19	1222.96	-52.28	-101.13	3896.11
3	614.37	1836.16	-53.45	-153.40	4509.31
4	615.57	2450.53	-54.65	-206.85	5123.68
5	616.80	3066.10	-55.88	-261.51	5739.25
6	618.06	3682.90	-57.14	-317.39	6356.05
7	619.35	4300.96	-58.43	-374.53	6974.11
8	620.66	4920.31	-59.74	-432.96	7593.46
9	622.00	5540.97	-61.09	-492.70	8214.12
10	623.38	6162.97	-62.46	-553.79	8836.12
11	624.78	6786.35	-63.87	-616.25	9459.50
12	626.22	7411.14	-65.30	-680.11	10084.29
13	627.69	8037.36	-66.77	-745.41	10710.51
14	629.19	8665.05	-68.27	-812.19	11338.20

Producido por una versión educativa de CYPE

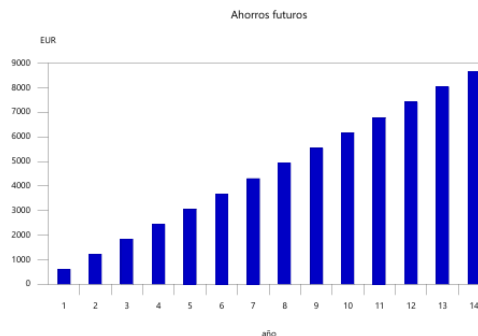


Figura 83. Estudio VAN supuesto VRV.

10. CONCLUSIÓN

Este trabajo ha comparado tres soluciones de climatización para un edificio terciario de nueva construcción en Cifuentes: biomasa con suelo radiante y splits, aerotermia con fancoils y sistema VRV (bomba de calor con unidades tipo cassette). Aunque todas cumplen con los requisitos del Código Técnico de la Edificación (CTE), presentan diferencias notables en términos de inversión inicial, eficiencia energética, mantenimiento y rentabilidad económica.

El sistema de biomasa se ha considerado como situación inicial en los análisis de mejora. Por ello, su Valor Actual Neto (VAN) es 0 € y no se calcula un retorno de la inversión. Esto no significa que sea económicamente nulo, sino que sirve como referencia frente a la cual se han valorado los otros sistemas. Al partir de un escenario claramente más desfavorable, tanto la aerotermia como el sistema VRV presentan VAN positivos y plazos de recuperación negativos, reflejando una amortización desde el primer año.

La aerotermia con fancoils mejora significativamente la rentabilidad frente a la biomasa. Con una inversión neta de 5.816,40 € y un ahorro neto anual de 591,93 €, su plazo de recuperación es de -4,63 años, aunque su consumo energético (61,21 kWh/m²·año) y emisiones (10,38 kgCO₂/m²·año) son algo superiores a los del sistema VRV. Sigue siendo, no obstante, una solución muy competitiva y equilibrada.

La bomba de calor con cassette (sistema VRV) se posiciona como la mejor opción global del estudio. Con una inversión neta de 5.886,40 €, un ahorro neto anual de 610,92 € y el plazo de recuperación más corto: -4,38 años, ofrece la mayor rentabilidad acumulada y un excelente comportamiento energético (59,23 kWh/m²·año, 10,03 kgCO₂/m²·año). Es, por tanto, la alternativa más recomendable desde el punto de vista económico, energético y ambiental.

Uno de los aspectos más relevantes y también más exigentes de este proyecto ha sido la escala reducida del edificio. Trabajar con una edificación pequeña ha supuesto un gran reto normativo, debido a la desfavorable relación superficie/volumen (S/V) que caracteriza a los edificios de baja compacidad. Esta geometría incrementa las pérdidas y ganancias térmicas por metro cuadrado, elevando los consumos energéticos específicos y dificultando el cumplimiento de las exigencias de los documentos HE0 y HE1 del CTE. Para superarlo, ha sido necesario optimizar al máximo la envolvente térmica, reducir puentes térmicos, emplear sistemas térmicos de muy alta eficiencia estacional e

incorporar generación fotovoltaica. Estas medidas han permitido alcanzar finalmente un diseño energéticamente viable y conforme a normativa.



11. CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

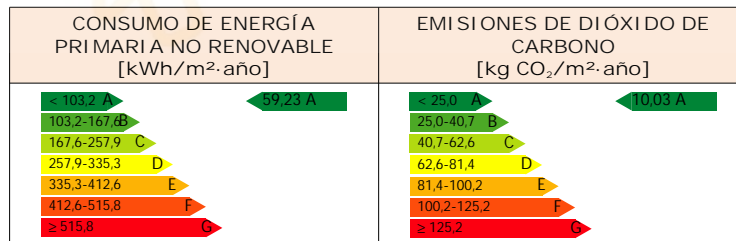
Nombre del edificio	Carlos del Nero Castón		
Dirección	Plaza Mayor, 16		
Municipio	Cifuentes	Código Postal	19420
Provincia	Guadalajara	Comunidad Autónoma	Castilla la Mancha
Zona climática	D3	Año construcción	2025
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CT		
Referencia/s catastral/es	1953203WL3115S0001YZ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos		NIF/NIE	
Razón social		NIF	
Domicilio			
Municipio		Código Postal	
Provincia		Comunidad Autónoma	
e-mail		Teléfono	
Titulación habilitante según normativa vigente			
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CYPETHERM HE Plus. 2025.a		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 04/02/2025

Firma del técnico certificador:

- Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II. Calificación energética del edificio.
- Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	110.60
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
C1	Fachada	19.21	0.20	Usuario
C1	Fachada	4.35	0.20	Usuario
C1	Fachada	14.28	0.20	Usuario
S1	Suelo	111.49	0.17	Usuario
A1	Cubierta	111.49	0.21	Usuario
C1	Fachada	15.98	0.20	Usuario
C1	Fachada	17.02	0.20	Usuario
C1	Fachada	7.24	0.20	Usuario
C1	Fachada	7.24	0.20	Usuario
C1	Fachada	13.74	0.20	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
P1 (100-105)	Hueco	4.40	5.40	0	Usuario	Usuario
P1 (100-105)	Hueco	2.20	5.40	0	Usuario	Usuario
P1 (230-235)	Hueco	5.06	5.40	0	Usuario	Usuario
V1 (340-345)	Hueco	14.96	0.96	0.48	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	14.20	346.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		14.20			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
VRV	Caudal de refrigerante variable (VRF)	12.10	825.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		12.10			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	8.00
---	------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo de ACS	Termo	1.75	96.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		1.75			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	UT1			
Tipo	Recuperador de calor			
Zona asociada	Zona común			
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]	
-	-	-	-	
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control	
No	No	Si		

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
TOTALES			

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventiladores	Ventilador	Climatización, Ventilación	2541.37
TOTALES			2541.37

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² . 100lux]	Iluminancia media [lux]	Modo de obtención
Z01_S01_Oficina	6.78	5.00	135.60	Usuario
Z01_S02_Aseo	8.89	5.00	177.80	Usuario
Z01_S03_Biblioteca	5.93	5.00	118.60	Usuario
Z01_S04_Hall principal	3.61	5.00	72.20	Usuario
TOTALES	4.60			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Z01_S01_Oficina	11.51	noresidencial-12h-media
Z01_S02_Aseo	5.06	noresidencial-12h-media
Z01_S03_Biblioteca	21.92	noresidencial-12h-media
Z01_S04_Hall principal	72.11	noresidencial-12h-media

6. ENERGÍAS

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Medioambiente	70.54	0	0	0
TOTALES	70.54	0	0	0

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Panel fotovoltaico	2798.90
TOTAL	2798.90

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	B
	2.42		0.3	
	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]	B
	0.33		2.97	

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

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	10.03	1109.76
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0	0

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	B
	14.31		1.75	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	B
	1.96		17.54	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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

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

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

No se han definido medidas de mejora de la eficiencia energética



ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de la eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	



ANEJOS



FICHAS TÉCNICAS

1. Vidrio empleado “Guardian glass”
2. Termo eléctrico “Fleck Nilo”
3. Bomba de calor “Daikin”
4. Unidad Cassette “Daikin”
5. Recuperador de calor “Mitsubishi electric”
6. Panel solar “Eurener”



Crea la composición perfecta para tus ventanas

	Alta transmisión de la luz natural	Factor solar	Cuida el color del mobiliario	Entorno silencioso	Mantiene una mejor temperatura	Mayor seguridad
	Porcentaje de luz transmitida al interior.	Porcentaje de radiación solar que entra en el hogar.	Reducción UV. A mayor porcentaje, mayor protección UV.	A mayor ratio de decibelios, mayor atenuación de sonido.	Aislamiento térmico. A menor valor mejor aislamiento.	Protege en caso de robos e impactos accidentales.
Guardian Sun 4//16A//4	70%	43%	80,6%	30(-1;-4)	1,1 W/m ² K	
Guardian Sun LamiGlass 44.1//16A//6	68%	41%	98,5%	39(-2;-5)	1,1 W/m ² K	✓
Guardian Sun LamiGlass 44.1SR//16A//6	68%	41%	98,5%	42(-2;-6)	1,1 W/m ² K	✓
Guardian SNX 60 4//16A//4	60%	29%	92,3%	30(-1;-4)	1,0 W/m ² K	
Guardian SNX 60 LamiGlass 44.1//16A//6	59%	29%	99,3%	39(-2;-5)	1,0 W/m ² K	✓
Guardian SNX 60 LamiGlass 44.1SR//16A//6	59%	29%	99,3%	42(-2;-6)	1,0 W/m ² K	✓

Todos los valores son nominales y están sujetos a tolerancias de producción. Valores espectrofotométricos según la norma EN 410; valores U según la norma EN 673. Emisividad de los vidrios de capa según la norma EN 1096-4: 2018.

Guardian Sun®, Guardian SunGuard® SNX 60 y Guardian LamiGlass® son marcas registradas de Guardian Glass, LLC ©2020 Guardian Glass, LLC.



Hemos sometido a nuestros cristales a las condiciones más extremas. Entra en nuestra página deventanasadentro.es y descubre el desafío de Guardian Glass.

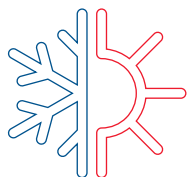
PROTEGE
TU MUNDO DE
VENTANAS
ADENTRO CON
GUARDIAN GLASS®



El calor, el frío, los rayos UV, el ruido y la falta de seguridad son elementos que pueden hacer de tu hogar un espacio hostil.

Los vidrios de alta tecnología Guardian Glass® te protegen de las condiciones adversas convirtiendo tu hogar en el lugar al que siempre quieres volver.

1 ¿Frío en invierno o calor en verano?



Con Guardian Sun®, Cristal Inteligente, mantendrás la **temperatura perfecta en cualquier época del año**. Un vidrio que reduce las pérdidas de calefacción en invierno y de aire acondicionado en verano además de disminuir la radiación solar.

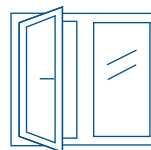
Y si tu casa cuenta con **amplias superficies de vidrio** y se encuentra en una zona de **intensa radiación solar**, el **nuevo SNX 60** te ayudará a conseguir el confort y ahorro que necesitas. Para que te hagas una idea de lo que es capaz de conseguir, es el vidrio que ha hecho posible **La Casa del Desierto**.

2 ¿Interesado en ahorrar hasta el 38% en tus facturas de aire acondicionado?

38%

Con Guardian Sun **ahorrarás hasta un 38 % en tus facturas de aire acondicionado y hasta un 14 % de media en las facturas de luz y gas**, gracias al ahorro energético que proporciona el perfecto aislamiento*.

3



Guardian Sun® y Guardian LamiGlass®, la combinación perfecta.

Vive con seguridad.

Con **Guardian Sun LamiGlass** reforzarás tu acristalamiento y ayudarás a proteger tu hogar de posibles robos.

Protégete en caso de accidente.

Con Guardian LamiGlass, en caso de accidente **evitarás que se desprendan los cristales**, minimizando el riesgo de daños.

Disfruta del silencio.

Vivimos en ciudades ruidosas. Tráfico, obras, vida en la calle... con Guardian Sun LamiGlass Acoustic **protegemos tu hogar del exterior**, proporcionándote el confort que necesitas.

Cuida tu hogar.

Nuestras ventanas protegen tus muebles, alfombras o cortinas de los dañinos rayos UV, protegiendo su color.

La tecnología de Guardian Glass proporciona las soluciones necesarias para mejorar tu mundo de ventanas adentro. Y además te ayuda a mejorar la calificación energética de tu hogar.



GUARDIAN GLASS HACE DE TU HOGAR
EL LUGAR AL QUE SIEMPRE QUIERES VOLVER.



*Resultados obtenidos en estudio realizado por TECNALIA, para vivienda de 100 m² en Madrid con orientación noroeste construida antes de 2006, donde se sustituyó un doble acristalamiento 4/6/4 con carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico por doble acristalamiento con Guardian Sun, rotura de puente térmico y argón. Calefacción y aire acondicionado por sistema de bomba de calor.

FLECK NILO

PRO FESIONAL TECH
ANTI-CORROSIÓN
PROFESSIONAL TECH

Ti
RECUBRIMIENTO
DE TITANIO

TECNOLOGÍA DRY

ECO EVO
AHORRO DE
ENERGÍA

MULTIPOSICIÓN

SISTEMA DE
SEGURIDAD COMPLETO

3 AÑOS
GARANTÍA TOTAL

7 AÑOS
GARANTÍA
DEL CALDERÍN



Termo eléctrico, instalación multiposición, ánodo electrónico, resistencia envainada, función ECO EVO

- / Control electrónico
- / Calderín esmaltado al titanio a 850°C
- / Resistencia envainada que limita la formación de cal
- / Función ECO EVO
- / Multiposición: Instalación tanto en vertical como en horizontal
- / ABS, sistema de seguridad electrónica
- / Ánodo electrónico
- / Diámetro muy reducido para mayor aprovechamiento del espacio y fácilmente encastrable en armario o espacio reducidos
- / Válvula de seguridad testeada a 8 bar
- / 3 años de garantía total
- / 7 años de garantía en el calderín (sin mantenimiento del ánodo)

Hasta **B**



DATOS TÉCNICOS		FLECK NILO 25	FLECK NILO 50	FLECK NILO 75	FLECK NILO 100	FLECK NILO 150	FLECK NILO 200
Instalación		Multiposición	Multiposición	Multiposición	Multiposición	Multiposición	Multiposición
Capacidad	L	25	50	75	100	150	200
Potencia	W	875/1.750	875/1.750	1.250/2.500	1.250/2.500	2.500	2.500
Voltaje	V	230	230	230	230	230	230
Tiempo calent. (ΔT= 45°C)	h. min.	1h39'/0h50'	3h08'/1h34'	3h18'/1h33'	4h24'/2h12'	3h29'	4h38'
Temp. Máx. Ejercicio	°C	75	80	80	80	80	80
Dispersión térmica 65°C	kWh/24h	3,13	1,1	1,4	1,7	1,9	2,17
Presión Máx. ejercicio	bar	9	9	9	9	9	9
Peso neto	kg	16	21,5	27,2	32,6	45,4	54,6
Índice protección	IP	X1	X1	X1	X1	X1	X1

DIMENSIONES

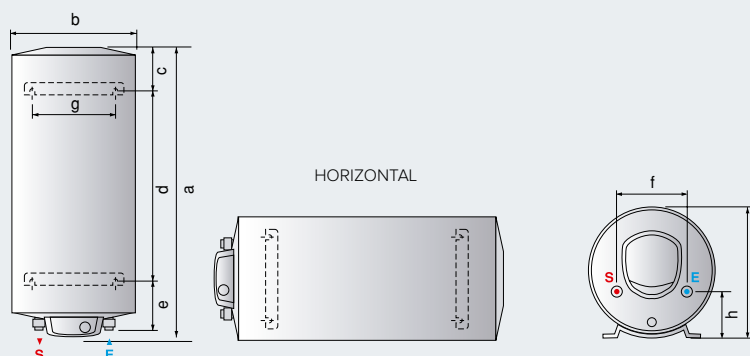
Tubos entrada/salida		Pulgadas	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
a	mm	725	855	950	1.210	1.190	1.490	1.490
b	mm	286	353	413	413	513	513	513
c	mm	110	155	135	140	170	170	170
d	mm	465	505	626	887	785	1.085	1.085
e	mm	150	175	170	163	225	225	225
f	mm	160	160	230	230	230	230	230
g	mm	190	190	273	273	445	445	445
h	mm	100	115	155	155	175	175	175
i	mm	315	380	430	430	550	550	550

* El valor de la capacidad corresponde al segmento de producto. El volumen útil está especificado en la documentación técnica

FLECK NILO	FLECK NILO 25	FLECK NILO 50	FLECK NILO 75	FLECK NILO 100	FLECK NILO 150	FLECK NILO 200
Clase Erp ACS	ErP	C	B	B	B	C
Perfil de consumo	ErP	S	M	M	M	L
Código	3201683	3201684	3201685	3201686	3201687	3201688

VERTICAL

HORIZONTAL



LEYENDA
E Entrada agua fría
S Salida agua caliente

BIOMASTER

25 - 32 kW

GRUPO TÉRMICO DE ACERO DE BIOMASA (PELLETS)

CONTROL ELECTRÓNICO

LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE INTERCAMBIADOR

EFICIENCIA: ErP A+ CLASE: EN 303-5 CLASE 5

- Cuerpo compacto de acero con 3 pasos de humos.
- Disponibles con 2 tolvas: de 112 kg (Mod. S) y de 230 kg (Mod. L).
- Incorpora el sistema de control EFI PLUS.
- El intercambiador dispone de un sistema de limpieza automático mediante muelles oscilantes.
- Máxima eficiencia y mínimas emisiones, con un rendimiento superior al 90%
- Quemador modulante de encendido automático y base móvil, que permite que se mantenga limpio durante más tiempo.
- Control electrónico de todos los procesos, con menús fáciles e información continua del estado y funcionamiento de la caldera.
- Diseño elegante, que integra la tolva dentro del conjunto.



BIOMASTER 25 Y 32 kW
CON TOLVA S DE 112 KG



BIOMASTER 25 Y 32 kW
CON TOLVA L DE 230 KG

TODOS LOS MODELOS INCLUYEN GRUPO HIDRÁULICO CON LOS SIGUIENTES COMPONENTES:

- Bomba
- Vaso de expansión
- Válvula de seguridad
- Purgador
- Transductor de presión

MODELO	CÓDIGO	CAPACIDAD TOLVA		POTENCIA ÚTIL*	CONSUMO	RENDIMIENTO	VOLUMEN AGUA	Ø CHIMENEA	PESO	PVP €
		litros	kg	kW						
BIOMASTER 25 S	2760	162	112	24,7	1,56 - 5,36	>90%	55,5	100**	397	
BIOMASTER 25 L	2761	333	230	24,7	1,56 - 5,36	>90%	55,5	100**	412	
BIOMASTER 32 S	2762	162	112	29,8	1,8 - 6,5	>90%	67,5	100**	430	
BIOMASTER 32 L	2763	333	230	29,8	1,8 - 6,5	>90%	67,5	100**	445	

* Con combustible pellet EN Plus A1 / DIN Plus.

** Conexión de salida de gases Ø 100 mm, pero requiere utilizar chimenea de Ø 125 mm como mínimo.

Este PVP € es de caldera completa (Caldera + Quemador + Sinfín/Tolva). Puesta en marcha incluida en el precio y obligatoria (consultar desplazamientos)



Sistema de apertura para el quemador que permite realizar las tareas de mantenimiento sin necesidad de desmontarlo.



Datos técnicos

Bomba de calor aire/agua "Inverter"

Platinum BC Plus Monobloc
Platinum BC Plus Monobloc 4-16 MR-2
Platinum BC Plus Monobloc 12-16 TR-2

Condición (°C)	Modelo	Capacidad (kW)	Potencia de entrada (kW)	EER/COP
Temperatura ambiente: 35/24 Temperatura del agua: 12/7	Platinum BC Plus Monobloc 4 MR-2	4,7	1,36	3,45
	Platinum BC Plus Monobloc 6 MR-2	7	2,33	3
	Platinum BC Plus Monobloc 8 MR-2	7,45	2,22	3,35
	Platinum BC Plus Monobloc 10 MR-2	8,2	2,52	3,25
	Platinum BC Plus Monobloc 12 MR-2	11,5	4,18	2,75
	Platinum BC Plus Monobloc 16 MR-2	14	5,6	2,5
	Platinum BC Plus Monobloc 12 TR-2	11,5	4,18	2,75
	Platinum BC Plus Monobloc 16 TR-2	14	5,6	2,5
Temperatura ambiente: 35/24 Temperatura del agua: 23/18	Platinum BC Plus Monobloc 4 MR-2	4,5	0,82	5,5
	Platinum BC Plus Monobloc 6 MR-2	6,5	1,35	4,8
	Platinum BC Plus Monobloc 8 MR-2	8,3	1,64	5,05
	Platinum BC Plus Monobloc 10 MR-2	9,9	2,18	4,55
	Platinum BC Plus Monobloc 12 MR-2	12	3,04	3,95
	Platinum BC Plus Monobloc 16 MR-2	14,9	4,38	3,4
	Platinum BC Plus Monobloc 12 TR-2	12	3,04	3,95
	Platinum BC Plus Monobloc 16 TR-2	14,9	4,38	3,4
Temperatura ambiente: 7/6 Temperatura del agua: 30/35	Platinum BC Plus Monobloc 4 MR-2	4,2	0,82	5,1
	Platinum BC Plus Monobloc 6 MR-2	6,35	1,28	4,95
	Platinum BC Plus Monobloc 8 MR-2	8,4	1,63	5,15
	Platinum BC Plus Monobloc 10 MR-2	10	2,02	4,95
	Platinum BC Plus Monobloc 12 MR-2	12,1	2,44	4,95
	Platinum BC Plus Monobloc 16 MR-2	15,9	3,53	4,5
	Platinum BC Plus Monobloc 12 TR-2	12,1	2,44	4,95
	Platinum BC Plus Monobloc 16 TR-2	15,9	3,53	4,5
Temperatura ambiente: 2/1 Temperatura del agua: 30/35	Platinum BC Plus Monobloc 4 MR-2	5,1	1,1	4
	Platinum BC Plus Monobloc 6 MR-2	4,95	1,41	3,9
	Platinum BC Plus Monobloc 8 MR-2	5,15	1,73	4,1
	Platinum BC Plus Monobloc 10 MR-2	4,95	2,05	4
	Platinum BC Plus Monobloc 12 MR-2	4,95	2,36	3,9
	Platinum BC Plus Monobloc 16 MR-2	4,5	3,77	3,45
	Platinum BC Plus Monobloc 12 TR-2	4,95	2,36	3,9
	Platinum BC Plus Monobloc 16 TR-2	4,5	3,77	3,45



Aire acondicionado

Datos técnicos

Bomba de calor de la serie S VRV IV



EEDES16-200_2

RXYSQ-TV1

1 Características

Solución que ahorra espacio sin comprometer la eficiencia

- Space saving trunk design for flexible installation
- Cubre todas las necesidades térmicas del edificio a través de un único punto de contacto: control preciso de la temperatura, ventilación, unidades de tratamiento de aire y cortinas de aire Biddle
- Amplia gama de unidades interiores: conecte un sistema VRV o unidades interiores estilizadas como Daikin Emura, Nexura ...
- Incorpora estándares y tecnologías; VRV IV: temperatura de refrigerante variable y compresores con control inverter total
- Personalice sus sistema VRV para lograr la mejor eficiencia estaciona y; confort con la función de temperatura de refrigerante variable dependiente de las condiciones climáticas. Aumento de la eficiencia estacional en hasta un 28%. Se acabaron las corrientes de aire frío gracias a temperaturas de expulsión de aire más altas
- Software de configuración VRV para lograr una puesta en marcha, configuración y personalización más rápidas y sencillas
- 3 etapas en el modo silencioso nocturno: etapa 1: 47dBA, etapa 2: 44 dBA, etapa 3: 41 dBA
- Posibilidad de limitar el consumo de energía máximo entre un 30 y un 80% cuando, por ejemplo, haya mucha demanda de energía.
- Se puede conectar a todos los sistemas de control VRV
- Mantenga su sistema en las mejores condiciones a través de nuestro servicio i-Net: supervisión las 24 horas del día y los 7 días de la semana para lograr la máxima eficiencia, asistencia de servicio inmediata gracias a la predicción de averías y a una clara comprensión del funcionamiento y de la utilización



Inverter

2 Especificaciones

2-1 Especificaciones técnicas					RXYSQ4TV1	RXYSQ5TV1	RXYSQ6TV1
Capacidades				CV	4	5	6
Capacidad de refrigeración	Nom.	35°CBS		kW	12,1 (1)	14,0 (1)	15,5 (1)
Capacidad de calefacción	Nom.	6°CBS		kW	12,1 (2)	14,0 (2)	15,5 (2)
	Máx.	6°CBS		kW	14,2 (2)	16,0 (2)	18,0 (2)
Consumo (50 Hz)	Refrigeración	Nom.	35°CBS	kW	3,03 (1)	3,73 (1)	4,56 (1)
		Calefacción	Nom.	6°CBS	kW	2,68 (2)	3,27 (2)
		Máx.	6°CBS	kW	3,43 (2)	4,09 (2)	5,25 (2)
Control de capacidad	Método				Inverter controlled		
EER at nom. capacity	35°C AHRI			kW/kW	4,00 (1)	3,75 (1)	3,40 (1)
COP at nom. capacity	6°CWB			kW/kW	4,52 (2)	4,28 (2)	3,90 (2)
COP at max. capacity	6°CWB			kW/kW	4,14 (2)	3,91 (2)	3,43 (2)
Número máximo de unidades interiores conectables					64 (3)		
Índice de conexión interior	Mín.				50	62,5	70
	Nom.				-		
	Máx.				130	162,5	182
Dimensiones	Unidad	Altura	mm		1.345		
		Anchura	mm		900		
		Profundidad	mm		320		
	Unidad con embalaje	Altura	mm		1.524		
		Anchura	mm		980		
		Profundidad	mm		420		
Peso	Unidad			kg	104		
	Unidad con embalaje			kg	114		
Embalaje	Material				Carton		
	Peso				kg	3,9	
Embalaje 2	Material				Wood		
	Peso				kg	5,6	
Embalaje 3	Material				Plastic		
	Peso				kg	0,5	
Carcasa	Color				Daikin White		
	Material				Painted galvanized steel plate		
Intercambiador de calor	Tipo				Cross fin coil		
	Aleta	Tratamiento			Anti-corrosion treatment		
Compresor	Cantidad				1		
	Tipo				Hermetically sealed swing compressor		
	Modelo				Inverter		
Ventilador	Cantidad				2		
	Caudal de aire	Refrigeración	Nom.	m³/min	106		
	Presión estática externa	Máx.		Pa	-		
	Sentido de descarga				Horizontal		
	Tipo				Propeller fan		
Motor del vent.	Cantidad				2		
	Potencia			W	70		
	Modelo				Brushless DC motor		
Nivel de potencia sonora	Refrigeración	Nom.	dBA	68 (4)	69 (4)	70 (4)	
Nivel de presión sonora	Refrigeración	Nom.	dBA	50 (5)	51 (5)		
Rango de funcionamiento	Refrigeración	Mín.-Máx.		°CBS	-5~46		
	Calefacción	Mín.-Máx.		°CBH	-20~15,5		
Refrigerante	Tipo				R-410A		
	GWP				2.087,5		
	Carga				TCO ₂ eq	7,5	
			kg	3,6			

2 Especificaciones

2-1 Especificaciones técnicas				RXYSQ4TV1	RXYSQ5TV1	RXYSQ6TV1
Aceite refrigerante	Tipo			Synthetic (ether) oil FVC50K		
	Volumen cargado		l	1,4		
Conexiones de tubería	Líquido	Tipo		Flare connection		
		D.E.	mm	9,52		
	Gas	Tipo		Flare connection		Braze connection
		D.E.	mm	15,9		19,1
	Longitud de tubería total	Sistema	Real	m	300	
	Diferencia de nivel	Ud. ext. - Ud. int.	Unidad exterior en posición más alta		m	
Unidad interior en posición más alta			m		-	
Aislamiento térmico				Both liquid and gas pipes		
Método de descongelación				Reversed cycle		
Dispositivos de seguridad	Elemento	01		High pressure switch		
		02		Fan driver overload protector		
		03		Inverter overload protector		
		04		PC board fuse		
PED	Categoría			Category I		
	Parte más importante	Nombre		Compressor		
		Ps*V	bar	167		

Accesorios estándar : Installation manual;

Accesorios estándar : Operation manual;

Accesorios estándar : Connection pipes;

2-2 Especificaciones eléctricas				RXYSQ4TV1	RXYSQ5TV1	RXYSQ6TV1
Alimentación eléctrica	Nombre			V1		
	Fase			1N~		
	Frecuencia	Hz		50		
	Tensión	V		220-240		
Límites de tensión	Mín.	%		-10		
	Máx.	%		10		
Corriente	Corriente nominal de funcionamiento (50 Hz)	Refrigeración	A	14,0 (6)	17,3 (6)	21,2 (6)
Corriente (50 Hz)	Zmáx.	Lista		No requirements		
	Amperios mínimos del circuito (MCA)		A	29,1		
	Amperios máximos del fusible (MFA)		A	32		
	Sobreintensidad total en amperios (TOCA)		A	29,1 (7)		
	Amperios a plena carga (FLA)	Total	A	0,6		
Conexiones de cableado (50 Hz)	Para la alimentación eléctrica	Cantidad		3G		
	Para conexión con interior	Cantidad		2		
		Observación		F1,F2		
Toma de alimentación eléctrica				Both indoor and outdoor unit		

2 Especificaciones

Notas

(1) Nominal cooling capacities are based on: indoor temperature: 27°CDB, 19°CWB, outdoor temperature: 35°CDB, equivalent refrigerant piping: 5m, level difference: 0m. Data for standard efficiency series. Eurovent 2015 tolerances are used.

(2) Actual number of units depends on the indoor unit type (VRV DX indoor, RA DX indoor, etc.) and the connection ratio restriction for the system (being; $50\% \leq CR \leq 130\%$).

(3) Sound power level is an absolute value that a sound source generates.

(4) Sound pressure level is a relative value, depending on the distance and acoustic environment. For more details, please refer to the sound level drawings.

(5) Sound values are measured in a semi-anechoic room.

(6) MSC means the maximum current during start up of the compressor. VRV IV uses only inverter compressors. Starting current is always \leq max. running current.

(7) FLA: nominal running current fan

For detailed contents of standard accessories, see installation/operation manual

RLA is based on following conditions: indoor temp. 27°CDB, 19°CWB; outdoor temp. 35°CDB

MCA must be used to select the correct field wiring size. The MCA can be regarded as the maximum running current.

MFA is used to select the circuit breaker and the ground fault circuit interrupter (earth leakage circuit breaker).

TOCA means the total value of each OC set.

Voltage range: units are suitable for use on electrical systems where voltage supplied to unit terminal is not below or above listed range limits.

Maximum allowable voltage range variation between phases is 2%.

Minimum Ssc (=Short-circuit power) value: Equipment complying with EN/IEC 61000-3-12: European/International Technical Standard setting the limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current $>16A$ and $\leq 75A$ per phase





Aire acondicionado

Datos técnicos

Unidad de cassette integrado



EEDES14-204

FXZQ-A

1 Características

- Integración perfecta en paneles de techo arquitectónicos estándar
- Notable combinación de diseño icónico y excelencia tecnológica con elegante acabado en blanco o combinación de blanco y plateado
- Unidad de clase 15 especialmente diseñada para habitaciones de tamaño reducido o bien aisladas, como habitaciones de hotel, oficinas pequeñas, etc.
- Los dos sensores inteligentes mejoran la eficiencia energética y el confort. El sensor de presencia ajusta el punto de consigna a 1°C de manera estándar si no detecta presencia en la habitación, también es posible ajustar el punto de consigna a 2, 3 o 4°C. Además dirige el flujo de aire de forma automática lejos de las personas para evitar corrientes de aire. El sensor de suelo por infrarrojos detecta la temperatura media del suelo y garantiza una distribución uniforme de la temperatura entre el techo y el suelo para evitar que se enfrien los pies
- El sensor de suelo (opcional) detecta la temperatura media del suelo y garantiza una distribución uniforme de la temperatura entre el techo y el suelo. La sensación de pies fríos desaparece.
- ¿Renovando la habitación? Con control de aletas individual, se pueden cerrar fácilmente una o más aletas a través del mando a distancia con cable
- Consumo energético reducido gracias al intercambiador de calor de tubo de tamaño reducido, al motor de ventilador DC y a la bomba de drenaje de diseño especial
- Admisión de aire nuevo integrada en el mismo sistema, lo que reduce los costes de instalación, puesto que no se requiere ventilación adicional
- La bomba de drenaje estándar con elevación de 850mm aumenta la flexibilidad y la rapidez de instalación



Inverter



Sensor de presencia y de suelo



Funcionamiento durante ausencia



Sólo ventilador



Prevención de corrientes de aire frío



Cambio automático de refrigeración/calefacción



Funcionamiento extremadamente silencioso



Prevención de ensuciamiento del techo



Control individual de aletas



Orientación vertical automática



Etapas de velocidad del ventilador



Función de deshumidificación



Filtro de aire



Temporizador semanal



Mando a distancia por infrarrojos



Mando a distancia con cable



Control centralizado



Rearranque automático



Diagnóstico automático



Múltiples inquilinos



Kit de bomba de drenaje

2 Especificaciones

2-1 Especificaciones técnicas				FXZQ15A	FXZQ20A	FXZQ25A	FXZQ32A	FXZQ40A	FXZQ50A	
Capacidad de refrigeración	Nom.	kW		1,7	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	
Capacidad de calefacción	Nom.	kW		1,9	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	
Consumo (50 Hz)	Refrigeración	Nom.	kW	0,043			0,045	0,059	0,092	
	Calefacción	Nom.	kW	0,036			0,038	0,053	0,086	
Dimensiones	Unidad	Altura	mm	260						
		Anchura	mm	575						
		Profundidad	mm	575						
	Unidad con embalaje	Altura	mm	270						
		Anchura	mm	780						
		Profundidad	mm	616						
Peso	Unidad	kg	15,5			16,5		18,5		
	Unidad con embalaje	kg	18,5			19,5		21,5		
Carcasa	Material	Placa de acero galvanizado								
Panel decorativo	Modelo	BYFQ60CW								
	Color	Blanco (N9.5)								
	Dimensiones	Altura	mm	46						
		Anchura	mm	620						
		Profundidad	mm	620						
	Peso	kg	2,8							
Panel decorativo 2	Modelo	BYFQ60CS								
	Color	Blanco (N9.5) + Plateado								
	Dimensiones	Altura	mm	46						
		Anchura	mm	620						
		Profundidad	mm	620						
	Peso	kg	2,8							
Panel decorativo 3	Modelo	BYFQ60B3W1								
	Color	Blanco (RAL9010)								
	Dimensiones	Altura	mm	55						
		Anchura	mm	700						
		Profundidad	mm	700						
	Peso	kg	2,7							
Intercambiador de calor	Longitud interna	mm	1.295					1.248		
	Longitud externa	mm	1.342							
	Filas	Cantidad	2					3		
	Separación entre aletas	mm	1,2							
	Pasos	Cantidad	4			5		7		
	Superficie de entrada	m²	0,218			0,290		0,300		
	Etapas	Cantidad	12			16				
	Orificio vacío de la placa tubular	Cantidad	0							
	Aleta	Tipo	Batería de aletas cruzadas (aletas multirranuradas y tubos Hi-XA)							
	Ventilador	Tipo	Ventilador turbo							
Cantidad		1								
Caudal de aire (50 Hz)		Refrigeración	Alto	m³/min	8,5	8,7	9	10	11,5	14,5
			Nom.	m³/min	7	7,5	8	8,5	9,5	12,5
			Bajo	m³/min	6,5			7	8	10
		Calefacción	Alto	m³/min	8,5	8,7	9	10	11,5	14,5
			Nom.	m³/min	7	7,5	8	8,5	9,5	12,5
	Bajo		m³/min	6,5			7	8	10	
Motor del ventilador	Modelo	QTS32D15M								
	Velocidad	Etapas	3							
	Potencia	Alta	W	50						
Filtro de aire	Tipo	Red de resina con tratamiento antimoho								
Nivel de potencia sonora	Refrigeración	Alto	dBA	49	50	51	54	60		

2 Especificaciones

2-1 Especificaciones técnicas				FXZQ15A	FXZQ20A	FXZQ25A	FXZQ32A	FXZQ40A	FXZQ50A
Nivel de presión sonora	Refrigeración	Alto	dBA	31,5	32	33	33,5	37	43
		Nom.	dBA	28	29,5	30		32	40
		Bajo	dBA	25,5			26	28	33
	Calefacción	Alto	dBA	31,5	32	33	33,5	37	43
		Nom.	dBA	28	29,5	30		32	40
		Bajo	dBA	25,5			26	28	33
Refrigerante	Tipo			R-410A					
Conexiones de tubería	Líquido	Tipo		Conexión abocardada					
		D.E.	mm	6,35					
	Gas	Tipo		Conexión abocardada					
		D.E.	mm	12,7					
	Drenaje			VP20 (I.D. 20/O.D. 26)					
	Aislamiento térmico			Foamed polystyrene/polyethylene					
	Aislante insonorizador			Espuma de poliuretano					
Sistemas de control	Mando a distancia por infrarrojos			BRC7F530W (white panel) / BRC7EB530 (standard panel) / BRC7F5305 (grey panel)					
	Mando a distancia con cable simplificado para aplicaciones en hoteles			-					
	Mando a distancia con cable			BRC1D52 / BRC1E52A/B					

Accesorios estándar : Tornillos; Cantidad : 4;

Accesorios estándar : Manual de uso; Cantidad : 1;

Accesorios estándar : Tubo flexible de drenaje; Cantidad : 1;

Accesorios estándar : Patrón impreso para la instalación; Cantidad : 1;

Accesorios estándar : Almohadilla de sellado; Cantidad : 4;

Accesorios estándar : Aislamiento para adaptador; Cantidad : 2;

Accesorios estándar : Abrazaderas; Cantidad : 7;

Accesorios estándar : Arandela para ménsula de suspensión; Cantidad : 8;

Accesorios estándar : Manual de instalación; Cantidad : 1;

Accesorios estándar : Abrazadera metálica para el tubo de drenaje; Cantidad : 1;

2-2 Especificaciones eléctricas				FXZQ15A	FXZQ20A	FXZQ25A	FXZQ32A	FXZQ40A	FXZQ50A
Alimentación eléctrica	Nombre			VE					
	Fase			1~					
	Frecuencia		Hz	50					
	Tensión		V	220-240					
Límites de tensión	Mín.		%	10					
	Máx.		%	10					
Corriente (50 Hz)	Amperios mínimos del circuito (MCA)		A	0,3			0,4	0,6	
	Amperios máximos del fusible (MFA)		A	16					
	Amperios a plena carga (FLA)		Total	A	0,2			0,3	0,5

Notas

(1) Refrigeración: temp. interior 27°CBS, 19°C_{BH}; temp. exterior 35°CBS

(2) Calefacción: temp. interior 20°CBS; temp. exterior 7°CBS, 6°C_{BH}

(3) Las dimensiones no incluyen la caja de control

(4) El nivel de potencia sonora es un valor absoluto que indica la potencia que genera una fuente de sonido.

(5) Límites de tensión: las unidades pueden utilizarse en sistemas eléctricos donde la tensión que se suministre a los terminales de las unidades esté dentro de los límites máximo y mínimo establecidos.

(6) La variación máxima permitida de tensión entre fases es del 2%.

(7) MCA/MFA: MCA = 1,25 x FLA

(8) MFA ≤ 4 x FLA

(9) Siguiente valor nominal inferior de fusible estándar: mín. 16 A

(10) Seleccione el tamaño del cable en función del valor de MCA.

(11) En lugar de un fusible, utilice un disyuntor.



Especificaciones técnicas Recuperadores de Calor

Sensible 500-1000m³/h

MODELO		LGH-50RVS-E	LGH-80RVS-E	LGH-100RVS-E
Caudal máximo de aire	m ³ /h	500	800	1000
Rendimiento sensible máximo	%	87	82	82
Presión externa máxima	Pa	150	170	190
Alimentación eléctrica	F, V, Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz
Intensidad máxima	A	2,2	3,7	4,2
Consumo eléctrico máximo	W	190	325	445
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	465 x 946 x 969	465 x 946 x 969	465 x 946 x 969
Peso	kg	55	66	76

Entálpico 150-2000m³/h

MODELO		LGH-15RVX-E	LGH-25RVX-E	LGH-35RVX-E	LGH-50RVX-E	LGH-65RVX-E	LGH-80RVX-E	LGH-100RVX-E	LGH-150RVX-E	LGH-200RVX-E
Caudal máximo de aire	m ³ /h	150	250	350	500	650	800	1000	1500	2000
Rendimiento sensible máximo	%	84	86	88,5	87	86	85	89,5	85	89,5
Presión externa máxima	Pa	95	85	160	120	120	150	170	175	150
Alimentación eléctrica	F, V, Hz	1 Fase, 220-240V, 50Hz / 220V, 60Hz	1 Fase, 220-240V, 50Hz / 220V, 60Hz	1 Fase, 220-240V, 50Hz / 220V, 60Hz	1 Fase, 220-240V, 50Hz / 220V, 60Hz	1 Fase, 220-240V, 50Hz / 220V, 60Hz				
Intensidad máxima	A	0,4	0,48	0,98	1,15	1,65	1,82	2,5	3,71	4,88
Consumo eléctrico máximo	W	49	62	140	165	252	335	420	670	850
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	289 x 768 x 758	289 x 768 x 782	331 x 875 x 921	331 x 875 x 1.063	404 x 895 x 1.001	404 x 1.131 x 1.051	404 x 1.131 x 1.278	808 x 1.010 x 1.045	808 x 1.010 x 1.272
Peso	kg	20	23	30	33	38	48	54	98	110

Entálpico 1500-2500m³/h

MODELO		LGH-150RVXT-E	LGH-200RVXT-E	LGH-250RVXT-E
Caudal máximo de aire	m ³ /h	1500	2000	2500
Rendimiento sensible máximo	%	80	80	77
Presión externa máxima	Pa	175	175	175
Alimentación eléctrica	F, V, Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz	1 Fase, 220-240V, 50 / 220,60Hz
Intensidad máxima	A	4,3	5,4	7,6
Consumo eléctrico máximo	W	792	1000	1446
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	500 x 1.500 x 1.980	500 x 1.500 x 1.980	500 x 1.500 x 1.980
Peso	kg	156	159	198

Nexa TOPCon N-type

FRONT SIDE

420 - 450W

› Double Glass Bifacial

+23.0%

Module efficiency

Module efficiency up to 23.04 %



Different designs

Black - Silver



Bifacial cell

Bifaciality factor: $80 \pm 5 \%$



Fire rating

Class A



PFAS free

Product free from perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances



Sustainable product

High percentage of recyclable materials



25

Years

Product Warranty

+5 years for Premium Partners

30

Years

Performance Warranty

Linear Warranty

1% First year degradation

0.38% Annual degradation

88% Power in year 30

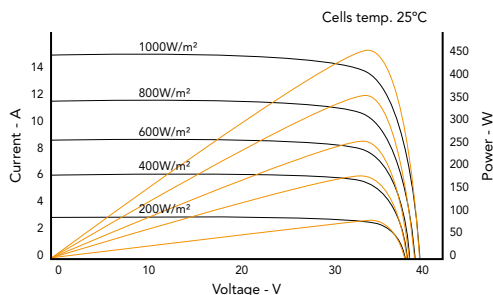
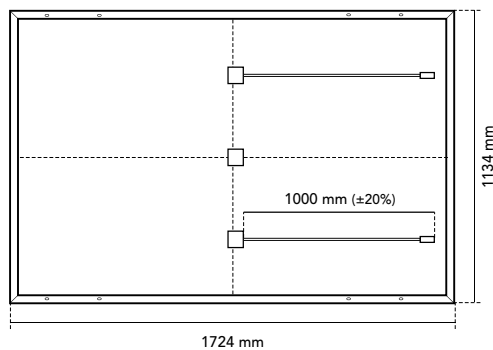
Light up your world with Eurener

Eurener's extensive portfolio of certifications and awards is testament to our unwavering commitment to our partners and our deep sense of social and ethical responsibility.





Eurener MEPV — NEXA Double Glass Bifacial 420-450W



Mechanical Specification	
Solar cells	N-Type bifacial monocrystalline silicon cells
Front Glass	2mm anti-reflective surface tempered solar glass
Back Glass	2mm tempered solar glass
Frame	Black/silver anodized aluminium
Junction Box	IP68, 3 by-pass diodes
Connector	Original MC4-Evo 2
Cable	1000 mm (±20%) length and 4 mm² section
Dimension	1724 x 1134 x 30 mm (±1%)
Area	1.96 m²
Weight	24 kg
Packaging	962 pcs/truck

Temperature Coefficients	
Temperature coefficient of Isc (α)	0.045 %/°C
Temperature coefficient of Voc (β)	-0.275 %/°C
Temperature coefficient of Pmax (γ)	-0.29 %/°C
Temperature range	-40 °C ~ +85 °C
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45 ± 2 °C

Electrical Characteristics	MEPV 420		MEPV 425		MEPV 430		MEPV 435		MEPV 440		MEPV 450	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Nominal power. Pmax	420 Wp	322 Wp	425 Wp	325 Wp	430 Wp	329 Wp	435 Wp	333 Wp	440 Wp	337 Wp	450 Wp	345 Wp
Short-circuit current (Isc)	14.08 A	11.34 A	14.16 A	11.41 A	14.26 A	11.47 A	14.30 A	11.54 A	14.37 A	11.61 A	14.52 A	11.75 A
Open-circuit voltage (Voc)	38.09 V	36.52 V	38.28 V	36.70 V	38.42 V	36.88 V	38.70 V	37.06 V	38.91 V	37.24 V	39.33 V	37.61 V
Maximum power current (Imp)	13.34 A	10.75 A	13.42 A	10.81 A	13.52 A	10.88 A	13.56 A	10.94 A	13.63 A	11.01 A	13.76 A	11.14 A
Maximum power voltage (Vmp)	31.49 V	29.92 V	31.68 V	30.10 V	31.82 V	30.27 V	32.09 V	30.45 V	32.30 V	30.63 V	32.71 V	30.99 V
Module efficiency	21.49 %		21.75 %		22.01 %		22.26 %		22.52 %		23.04 %	

Electrical Characteristics	Bifacial gain 10%					
	MEPV 420		MEPV 425		MEPV 430	
Nominal power. Pmax	462 Wp		468 Wp		473 Wp	
Short-circuit current (Isc)	15.43 A		15.52 A		15.63 A	
Open-circuit voltage (Voc)	38.09 V		38.31 V		38.49 V	
Maximum power current (Imp)	14.63 A		14.72 A		14.82 A	
Maximum power voltage (Vmp)	31.58 V		31.76 V		31.91 V	

* STC: 1000 W/m², module temperature 25°C, AM 1.5
 * NOCT: 800 W/m², ambient temperature 20°C, AM 1.5

Operating parameters	
Maximum voltage	1000 - 1500 V
Maximum series fuse rating. Ir	25 A
Power output tolerance	0 - +3%
Voc and Isc tolerance	±3%
Fire rating	Class A (UL 790)
Protection class	Class II (IEC 61140)
Mechanical loads	Front load 5400 Pa, Back load 2400 Pa

Corporate and product certificates
ECOVADIS rating - Platinum medal (TOP 1%)
Solar Industry Forced Labor Prevention Pledge by SEIA
ISO9001:2015 - Quality Management Systems
ISO14001:2015 - Environmental Management System
WEEE compliance in Germany
PV CYCLE Italy
IEC 61215 - Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval
IEC 61730 - Photovoltaic (PV) module safety qualification
IEC 61701 - Photovoltaic (PV) modules - Salt mist corrosion testing
IEC 62716 - Photovoltaic (PV) modules - Ammonia corrosion testing
IEC TS 62804 - Photovoltaic (PV) modules - Test methods for the detection of potential-induced degradation
Hail resistance HW3/RG3
Certificate of Factory Production Control (UK) - MCS
Fire reaction class: 1 - LAPI
Assessed by Sundahus



NOTE: Read the safety and installation manual before using the product. This data sheet is not legally binding, Eurener reserves the right of final interpretation. Eurener reserves the right to change the product characteristics and/or specifications without prior notice. The latest versions of all documents can always be found on our website at www.eurener.com.

SINCE
1997
 more than
 energy

eurener.com
 contact@eurenerworld.com
 +34 960 045 515
 Calle Colón, 1-23
 46004, Valencia. Spain

European Experts in Residential modules

Since 1997 our main purpose has been to supply quality and long-lasting photovoltaic modules that allow us and future generations, to continue generating clean energy to take care of our planet.

RESULTADOS

1. Demanda energética “Cypetherm HEPlus”
2. Balance energético “Cypetherm Improvements Plus”
3. Estudio de medidas de mejora “Cypetherm Improvements Plus”
4. Condensaciones. UNE EN ISO 13788. “Cypetherm HEPlus”Fancoils”
5. Puentes térmicos lineales. “Cypetherm HEPlus”
6. Panos
7. Resultados de cálculo



Demanda energética



ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	3
2. RESULTADOS MENSUALES.....	3
2.1. Balance energético anual del edificio.....	3
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.....	4
2.3. Evolución de la temperatura.....	4
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.....	5
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.....	6
3.1. Agrupaciones de recintos.....	6



Demanda energética

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75
	110.60	5760.86	52.09	857.53	7.75

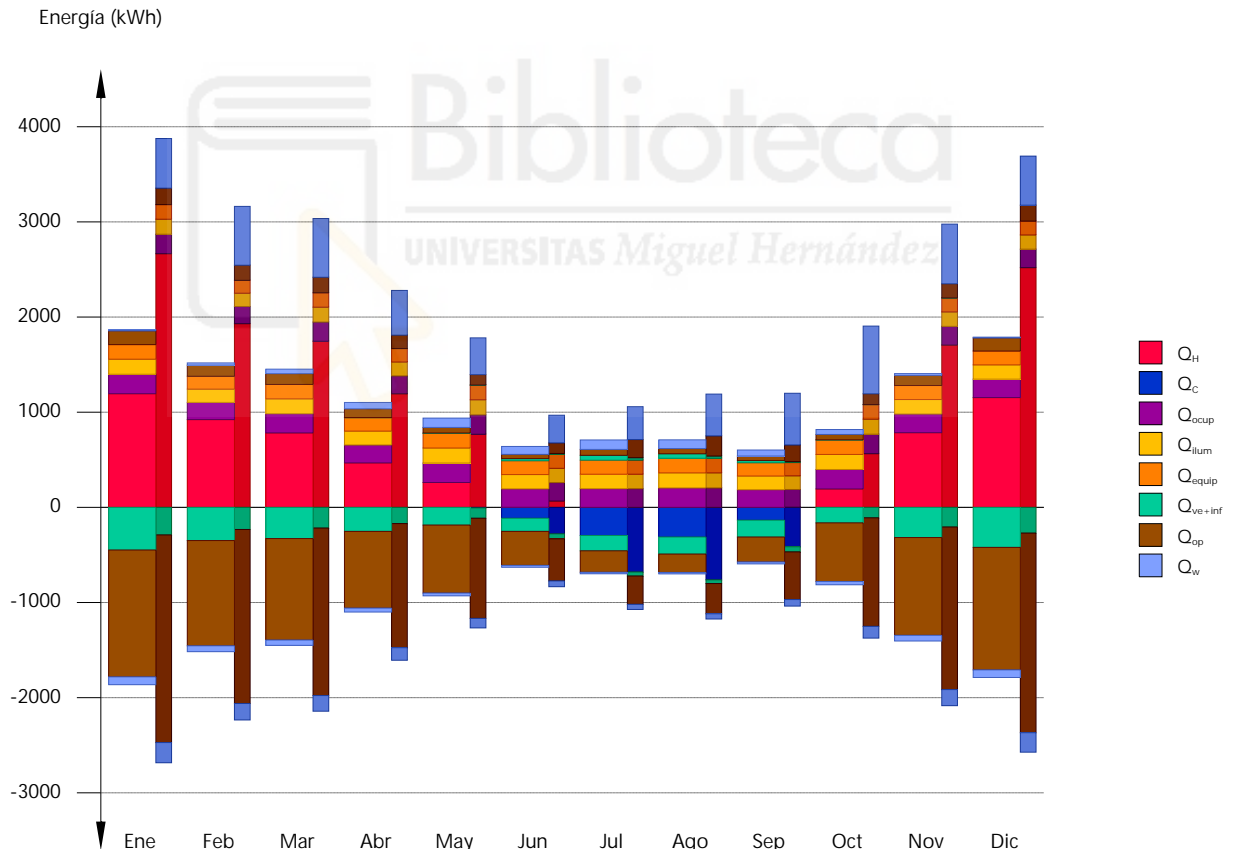
donde:

- S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².
- D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.
- D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

2. RESULTADOS MENSUALES.

2.1. Balance energético anual del edificio.

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



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

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

Demanda energética

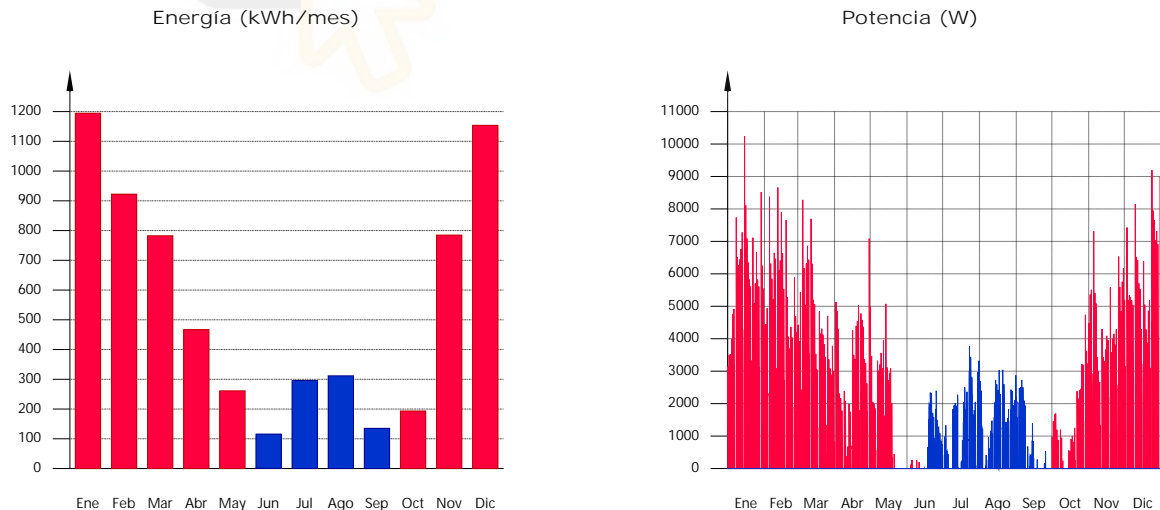
	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Balance energético anual del edificio.														
Q_{op}	144.7	116.9	113.8	92.5	58.2	44.7	62.2	55.0	47.4	56.4	106.1	137.8	-7960.59	-71.98
Q_w	-1332.9	-1106.0	-1066.6	-806.5	-714.5	-357.4	-225.7	-193.0	-262.0	-616.3	-1027.9	-1287.4	148.83	1.35
Q_{ve+inf}	--	--	0.0	0.6	4.7	22.2	51.0	47.4	22.9	0.6	0.1	--	-2971.53	-26.87
Q_{equip}	153.3	135.4	151.3	141.3	153.3	145.3	147.3	153.3	139.4	153.3	147.3	145.3	1765.86	15.97
Q_{lum}	158.1	139.6	156.1	145.8	158.1	149.9	152.0	158.1	143.7	158.1	152.0	149.9	1821.35	16.47
Q_{ocup}	204.4	180.5	201.8	188.5	204.4	193.8	196.5	204.4	185.8	204.4	196.5	193.8	2354.96	21.29
Q_H	1194.5	922.3	782.5	467.3	261.3	1.0	--	--	--	193.5	784.8	1153.8	5760.86	52.09
Q_C	--	--	--	--	--	-114.8	-295.9	-311.7	-135.1	--	--	--	-857.53	-7.75
Q_{HC}	1194.5	922.3	782.5	467.3	261.3	115.8	295.9	311.7	135.1	193.5	784.8	1153.8	6618.39	59.84

donde:

- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{lum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.

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

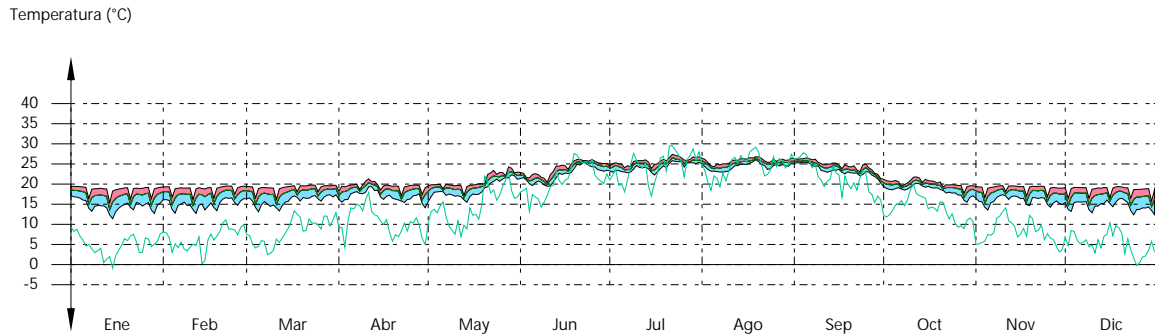


2.3. Evolución de la temperatura.

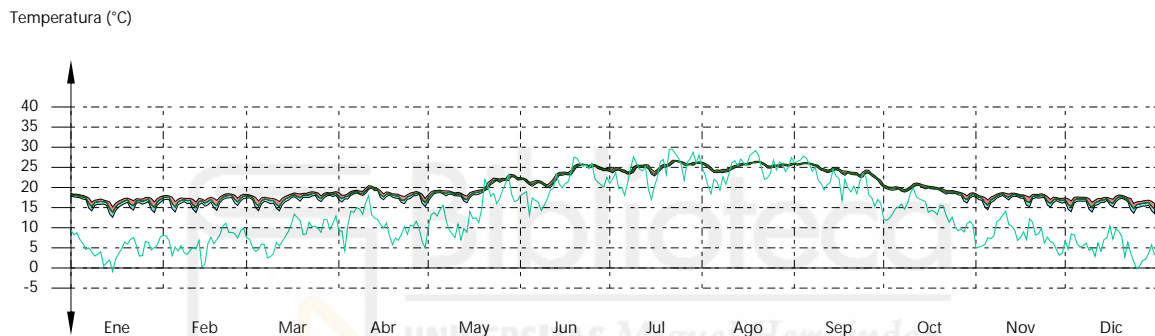
La evolución de la temperatura operativa interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, en cada zona:

Demanda energética

Zona común



No habitables



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

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

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

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Zona común (A_r = 110.60 m²; V = 353.92 m³)														
Q _{op}	136.7	110.4	107.5	87.4	54.4	42.6	60.6	53.5	45.3	52.6	100.0	130.0	-8012.12	-72.44
Q _w	10.7	23.6	47.1	66.5	98.1	83.2	99.5	91.5	63.5	51.6	19.1	8.4	148.83	1.35
Q _{ve+inf}	--	--	0.0	0.5	4.4	21.5	49.8	46.3	22.3	0.6	0.1	--	-2919.95	-26.40
Q _{equip}	153.3	135.4	151.3	141.3	153.3	145.3	147.3	153.3	139.4	153.3	147.3	145.3	1765.86	15.97
Q _{ilum}	158.1	139.6	156.1	145.8	158.1	149.9	152.0	158.1	143.7	158.1	152.0	149.9	1821.35	16.47
Q _{ocup}	204.4	180.5	201.8	188.5	204.4	193.8	196.5	204.4	185.8	204.4	196.5	193.8	2354.96	21.29
Q _H	1194.5	922.3	782.5	467.3	261.3	1.0	--	--	--	193.5	784.8	1153.8	5760.86	52.09
Q _C	--	--	--	--	--	-114.8	-295.9	-311.7	-135.1	--	--	--	-857.53	-7.75
Q _{HC}	1194.5	922.3	782.5	467.3	261.3	115.8	295.9	311.7	135.1	193.5	784.8	1153.8	6618.39	59.84

No habitables (A_r = 0.89 m²; V = 2.85 m³)

Demanda energética

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Q_{op}	8.0	6.5	6.3	5.1	3.8	2.1	1.6	1.5	2.0	3.8	6.2	7.7	51.53	57.94
Q_{ve+inf}	--	--	-0.0	-0.0	-0.2	-0.5	-1.0	-0.9	-0.5	-0.0	-0.0	--	-51.58	-58.00
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{illum}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

donde:

- A_t : Superficie útil de la zona térmica, m².
- V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.
- Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.
- Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.
- Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.
- Q_{illum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.
- Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.
- Q_{H} : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.
- Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.
- Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

3.1. Agrupaciones de recintos.

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

	S (m ²)	V (m ³)	h (%)	ren _h (1/h)	$Q_{ocup,s}$ (kWh/año)	$Q_{ocup,l}$ (kWh/año)	$Q_{equip,s}$ (kWh/año)	$Q_{equip,l}$ (kWh/año)	Q_{illum} (kWh/año)	T° calef. media (°C)	T° refrig. media (°C)
Zona común (Zona habitable)											
Oficina	11.51	36.82	89.50	3.67	245.05	154.70	183.75	--	276.84	20.0	25.0
Aseo	5.06	16.20	89.50	0.93	107.80	68.05	80.83	--	159.68	20.0	25.0
Biblioteca	21.92	70.15	89.50	3.21	466.83	294.72	350.05	--	461.28	20.0	25.0
Hall principal	72.11	230.74	89.50	1.95	1535.30	969.27	1151.23	--	923.54	20.0	25.0
	110.60	353.92	89.50	2.33/1.15*	2354.97	1486.74	1765.85	--	1821.35	20.0	25.0
No habitables (Zona no habitable)											
Cuarto de mantenimiento	0.56	1.79	--	0.93	--	--	--	--	--	Oscilación libre	
Stock biblioteca	0.33	1.05	--	0.93	--	--	--	--	--		
	0.89	2.85	--	0.93	--	--	--	--	--		

donde:

- S : Superficie útil interior del recinto, m².
- V : Volumen interior neto del recinto, m³.
- h : Eficiencia térmica de la recuperación de calor, %.
- ren_h : Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
- *: Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas.
- $Q_{ocup,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{ocup,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,s}$: Sumatorio de la carga interna sensible debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- $Q_{equip,l}$: Sumatorio de la carga interna latente debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, kWh/año.
- Q_{illum} : Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.
- T° calef. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
- T° refrig. media: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

Balance energético



ÍNDICE

1. BIOMASA + SUELO RADIANTE + SPLITS	4
1.1. Balance energético	4
1.2. Envolverte	4
1.2.1. Indicadores de calefacción	4
1.2.2. Indicadores de refrigeración	4
2. AEROTERMIA + FANCOILS	7
2.1. Balance energético	7
2.2. Envolverte	7
2.2.1. Indicadores de calefacción	7
2.2.2. Indicadores de refrigeración	7
3. SISTEMA BOMBA DE CALOR + CASSETTE	10
3.1. Balance energético	10
3.2. Envolverte	10
3.2.1. Indicadores de calefacción	10
3.2.2. Indicadores de refrigeración	10



[Producido por una versión educativa de CYPE](#)



[Producido por una versión educativa de CYPE](#)

Balance energético

1. BIOMASA + SUELO RADIANTE + SPLITS

1.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	2.21
Refrigeración	2.70
ACS	2.26
Iluminación	22.63
Ventilación	30.56

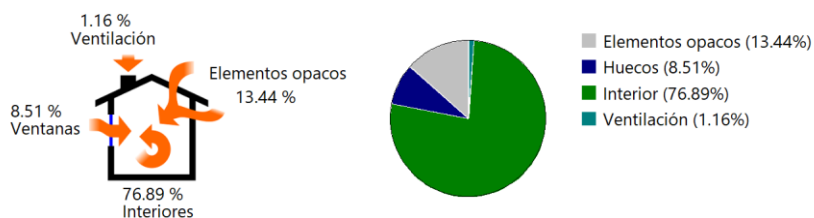
1.2. Envoltente

1.2.1. Indicadores de calefacción



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	78.87
Huecos	4.49
Ventilación	16.64

1.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	13.44
Huecos	8.51

Balance energético

Elemento	Ganancias (%)
Interior	76.89
Ventilación	1.16



Producido por una versión educativa de CYPE



2. AEROTERMIA + FANCOILS

Producido por una versión educativa de CYPE

Balance energético

2. AEROTERMIA + FANCOILS

2.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	14.02
Refrigeración	3.58
ACS	1.78
Iluminación	17.80
Ventilación	24.03

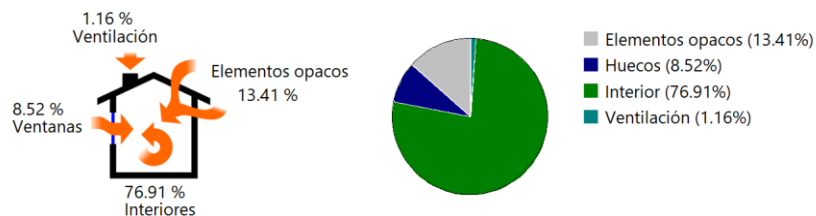
2.2. Envoltente

2.2.1. Indicadores de calefacción



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	78.88
Huecos	4.49
Ventilación	16.64

2.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	13.41
Huecos	8.52

Balance energético

Elemento	Ganancias (%)
Interior	76.91
Ventilación	1.16



[Producido por una versión educativa de CYPE](#)



3. SISTEMA BOMBA DE CALOR + CASSETTE

[Producido por una versión educativa de CYPE](#)

Balance energético

3. SISTEMA BOMBA DE CALOR + CASSETTE

3.1. Balance energético

Indicadores de desempeño	Consumo anual de energía primaria no renovable kWh/m ² ·año
Calefacción	14.30
Refrigeración	1.96
ACS	1.75
Iluminación	17.54
Ventilación	23.68

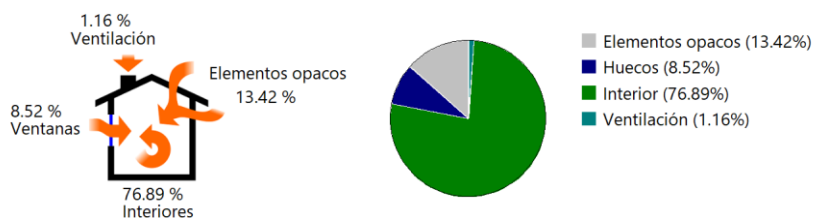
3.2. Envoltente

3.2.1. Indicadores de calefacción



Elemento	Pérdidas (%)
Elementos opacos	78.85
Huecos	4.49
Ventilación	16.66

3.2.2. Indicadores de refrigeración



Elemento	Ganancias (%)
Elementos opacos	13.42
Huecos	8.52

Balance energético

Elemento	Ganancias (%)
Interior	76.89
Ventilación	1.16



[Producido por una versión educativa de CYPE](#)

Estudio de medidas de mejora



[Producido por una versión educativa de CYPE](#)

ÍNDICE

1. RESUMEN DE RESULTADOS	3
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO	3
2.1. Aerotermia + fancoils	4
2.2. Sistema Bomba de calor + Cassette	5
3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS	6
3.1. Costes y subvenciones	7
3.1.1. Situación inicial	8
3.1.2. Aerotermia + fancoils	8
3.1.3. Sistema Bomba de calor + Cassette	9
3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión	10
3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN	11
3.3.1. Aerotermia + fancoils	13
3.3.2. Sistema Bomba de calor + Cassette	15



Estudio de medidas de mejora

1. RESUMEN DE RESULTADOS

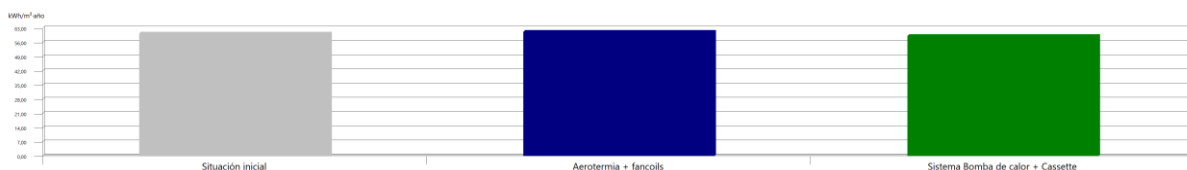
	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m ²)	Emisiones (kg CO ₂ /m ²)
Situación inicial	8559.55	1131.00	0.00	0.00	60.36	10.85
Aerotermia + fancoils	5816.40	589.07	591.93	-4.63	61.21	10.38
Sistema Bomba de calor + Cassette	5886.40	570.08	610.92	-4.38	59.23	10.03



Estudio de medidas de mejora

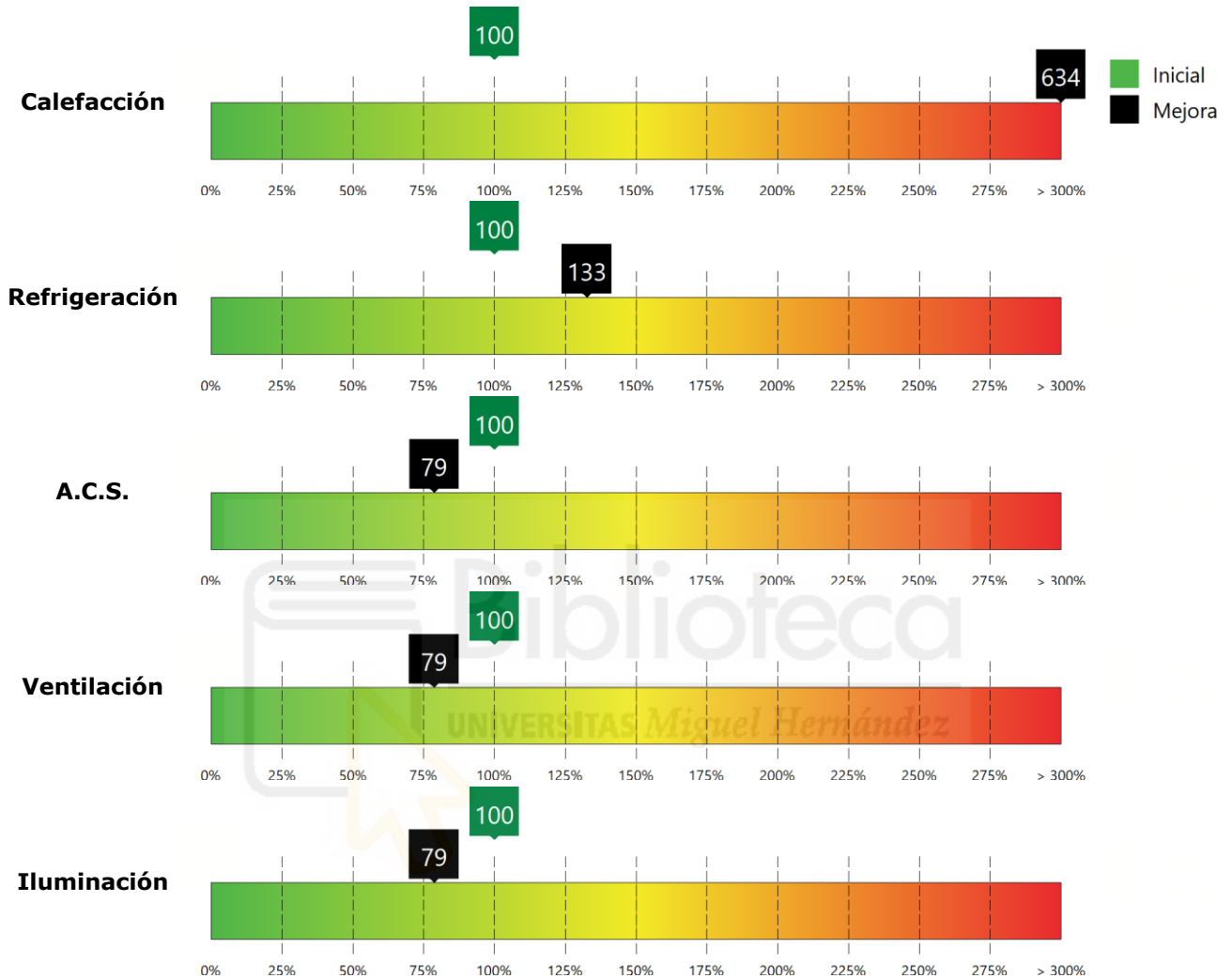
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

	Consumo anual de energía primaria no renovable (kWh/m ²)
Situación inicial	60.36
Aerotermia + fancoils	61.21
Sistema Bomba de calor + Cassette	59.23



Estudio de medidas de mejora

2.1. Aerotermia + fancoils

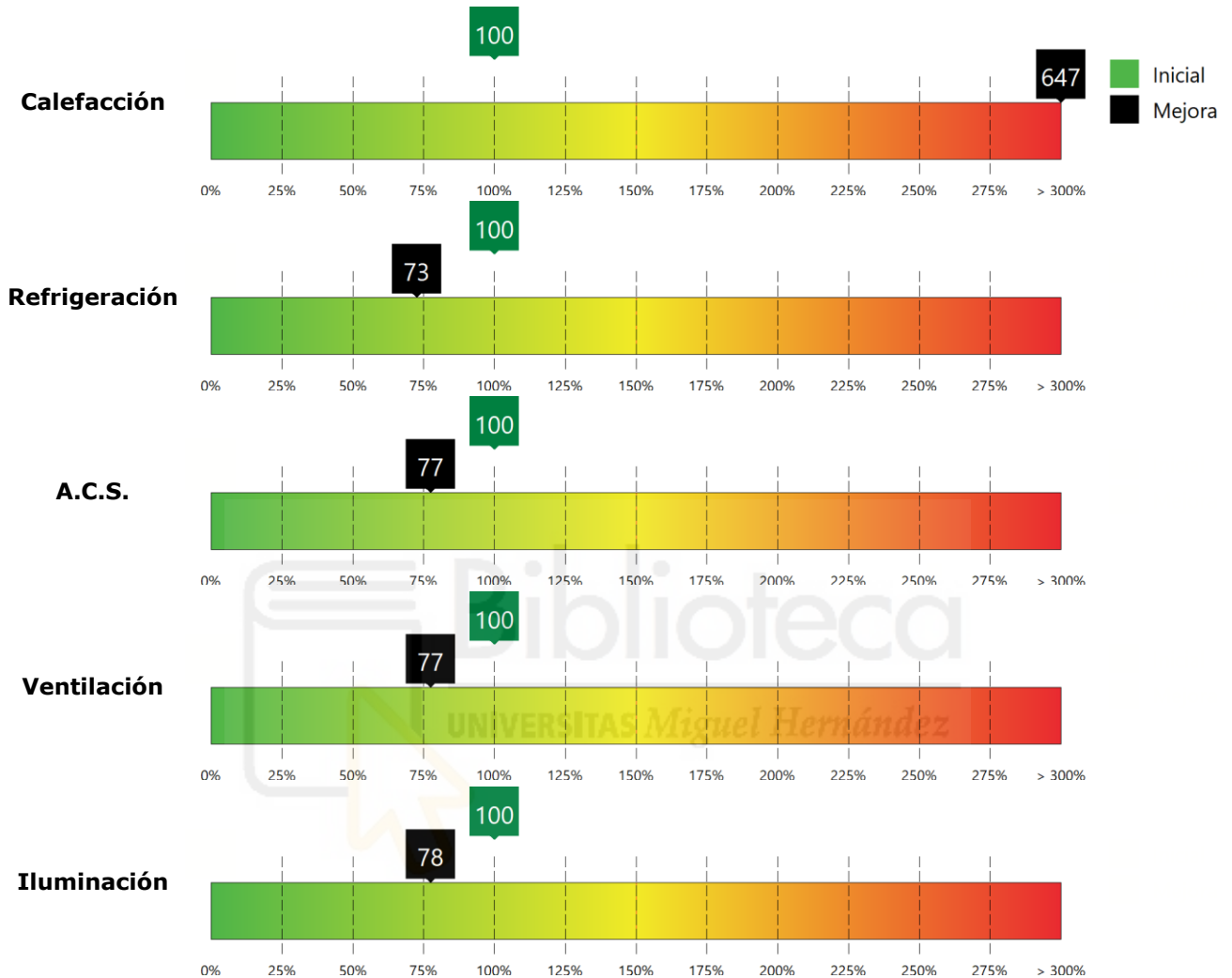


Superficie(Inicial): 110.60 m²
 Superficie(Mejora): 110.60 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	2.21	3.66	14.02	22.90	-11.81	5.17	1.22	3.95
Refrigeración	2.70	4.47	3.58	5.85	-0.88	0.23	0.31	-0.08
A.C.S.	2.26	3.74	1.78	2.91	0.48	0.20	0.15	0.04
Ventilación	30.56	50.63	24.03	39.26	6.53	2.66	2.09	0.57
Iluminación	22.63	37.49	17.80	29.08	4.83	1.97	1.55	0.42
Total	60.36	100.00	61.21	100.00	-0.85	10.23	5.33	4.90

Estudio de medidas de mejora

2.2. Sistema Bomba de calor + Cassette



Superficie(Inicial): 110.60 m²

Superficie(Mejora): 110.60 m²

Instalaciones	Ahorro energético anual							
	Consumo anual de energía primaria no renovable					Coste anual de la energía		
	Inicial		Mejora		Diferencia	Inicial	Mejora	Diferencia
	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	%	kWh/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año	EUR/m ² ·año
Calefacción	2.21	3.66	14.30	24.14	-12.09	5.17	1.24	3.92
Refrigeración	2.70	4.47	1.96	3.31	0.74	0.23	0.17	0.06
A.C.S.	2.26	3.74	1.75	2.95	0.51	0.20	0.15	0.04
Ventilación	30.56	50.63	23.68	39.98	6.88	2.66	2.06	0.60
Iluminación	22.63	37.49	17.54	29.61	5.09	1.97	1.53	0.44
Total	60.36	100.00	59.23	100.00	1.13	10.23	5.15	5.07

Estudio de medidas de mejora

3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

Medidas de mejora	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR)	Ahorro neto anual (EUR)	Recuperación de la inversión (año)
Situación inicial	8559.55	1131.00	0.00	0.00
Aeroterminia + fancoils	5816.40	589.07	591.93	-4.63
Sistema Bomba de calor + Cassette	5886.40	570.08	610.92	-4.38

Plazo de recuperación de la inversión



Estudio de medidas de mejora

3.1. Costes y subvenciones

3.1.1. Situación inicial

3.1.1.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Caldera biomasa Lasian	1	1.00	5037.00	5037.00
Splits (3 uds. + instalación)	1	1.00	4500.00	4500.00
Paneles solares (2 paneles)	1	2.00	117.00	234.00
Total				9771.00

3.1.1.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
	5.00	488.55
Total		488.55

3.1.1.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	9771.00
Costes asociados	488.55
Total	10259.55

3.1.1.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
	200.00
Total	200.00

3.1.1.5. Subvenciones y ayudas

Descripción	Importe (EUR)
	1700.00
Total	1700.00

Estudio de medidas de mejora

3.1.2. Aerotermia + fancoils

3.1.2.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Aerotermo Baxi	1	1.00	4500.00	4500.00
Fan coils + instalación	1	1.00	3000.00	3000.00
Paneles solares (4 paneles)	1	4.00	117.00	468.00
Total				7968.00

3.1.2.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
Mantenimiento anual	5.00	398.40
Total		398.40

3.1.2.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	7968.00
Costes asociados	398.40
Total	8366.40

3.1.2.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
Coste anual	150.00
Total	150.00

3.1.2.5. Subvenciones y ayudas

Descripción	Importe (EUR)
Ayuda directa estatal	2550.00
Total	2550.00

Estudio de medidas de mejora

3.1.3. Sistema Bomba de calor + Cassette

3.1.3.1. Presupuesto de ejecución

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Total (EUR)
Bomba de calor Daikin	1	1.00	3500.00	3500.00
Cassettes (3 uds.)	1	3.00	1400.00	4200.00
Paneles solares (4 módulos)	1	4.00	117.00	468.00
Total				8168.00

3.1.3.2. Costes asociados

Descripción	%	Importe (EUR)
	5.00	408.40
Total		408.40

3.1.3.3. Coste total de la inversión

Descripción	Importe (EUR)
Costes directos	8168.00
Costes asociados	408.40
Total	8576.40

3.1.3.4. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/año)
	150.00
Total	150.00

3.1.3.5. Subvenciones y ayudas

Descripción	Importe (EUR)
Subvenciones estatales	2690.00
Total	2690.00

Estudio de medidas de mejora

3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión

El plazo de recuperación de la inversión, indicado en años, se obtiene dividiendo el coste neto de la inversión por el ahorro neto anual generado por la medida de mejora

El coste neto de la inversión corresponde a la suma de los costes de las medidas de mejora, restando las subvenciones y ayudas que se pueden obtener.

El ahorro neto anual corresponde al ahorro energético generado por la medida de mejora, del cual es necesario restar el coste anual de mantenimiento.

	Coste neto de la inversión				Ahorro neto anual				Plazo de recuperación de la inversión (año)
	Coste (EUR)	Subvenciones (EUR)	Neto resultante (EUR)	Diferencia (EUR)	Coste de la energía (EUR/año)	Ahorro energético (EUR/año)	Mantenimiento (EUR/año)	Ahorro neto (EUR/año)	
Situación inicial	10259.55	1700.00	8559.55	0.00	1131.00	0.00	200.00	0.00	0.00
Aeroterminia + fancoils	8366.40	2550.00	5816.40	-2743.15	589.07	541.93	150.00	591.93	-4.63
Sistema Bomba de calor + Cassette	8576.40	2690.00	5886.40	-2673.15	570.08	560.92	150.00	610.92	-4.38

Recuperación de la inversión



Estudio de medidas de mejora

3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN

Se ha utilizado el Valor Actual Neto (VAN) como criterio dinámico de valoración de la inversión, con el objetivo de determinar el plazo de recuperación de la inversión de una forma más ajustada a la realidad.

Este criterio está basado en la determinación de los beneficios futuros a partir de la variación de los tipos de interés en el tiempo y de los flujos de caja generados por el proyecto. El resultado se indica como la diferencia entre los beneficios futuros y el coste neto de la inversión.

Los ahorros futuros actualizados han sido determinados teniendo en cuenta el incremento de los costes de la energía y de la tasa de descuento, mediante la actualización de los flujos de caja de la inversión.

Han sido considerados como flujos positivos todos los beneficios generados como resultado de la mejora de la eficiencia energética del edificio, y como flujos negativos todos los costes derivados del mantenimiento correspondiente a las medidas de mejora introducidas en el proyecto.

La tasa de descuento definida en el proyecto corresponde a la diferencia entre el tipo de interés nominal y la inflación.

El ahorro energético actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$\Delta P_{\text{Energía}}$: Incremento anual del coste de la energía

$T_{\text{descuento}}$: Tasa de descuento (Tipo de interés nominal - inflación prevista)

El coste de mantenimiento actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$T_{\text{inflación}}$: Inflación prevista

$T_{\text{intereses}}$: Tipo de interés nominal

El cálculo dinámico (VAN) determina el coste neto de la inversión como el sumatorio de los costes de las medidas de mejora menos el importe de las subvenciones y deducciones relacionadas con dichas medidas de mejora.

Estudio de medidas de mejora

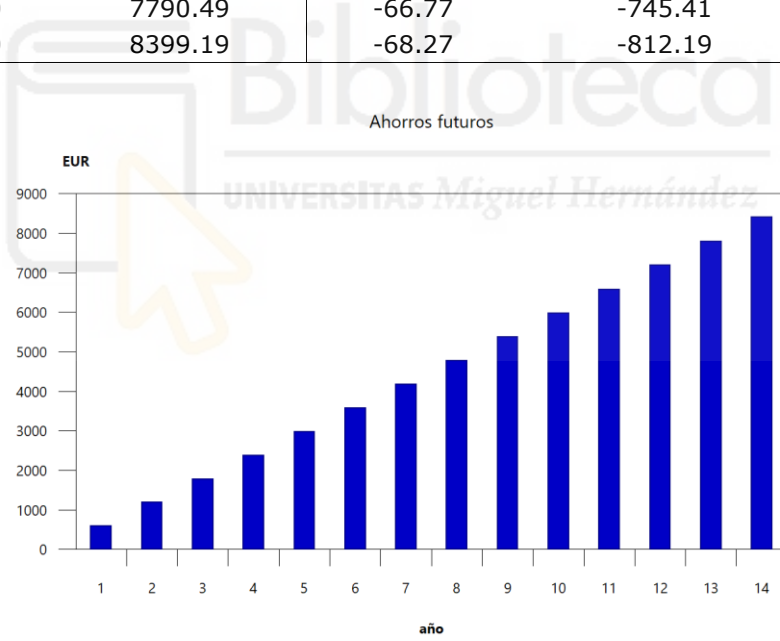
Incremento anual del coste de la energía	3.00%
Tasa de descuento	3.00%
Inflación prevista	2.25%
Tipo de interés nominal	0.00%



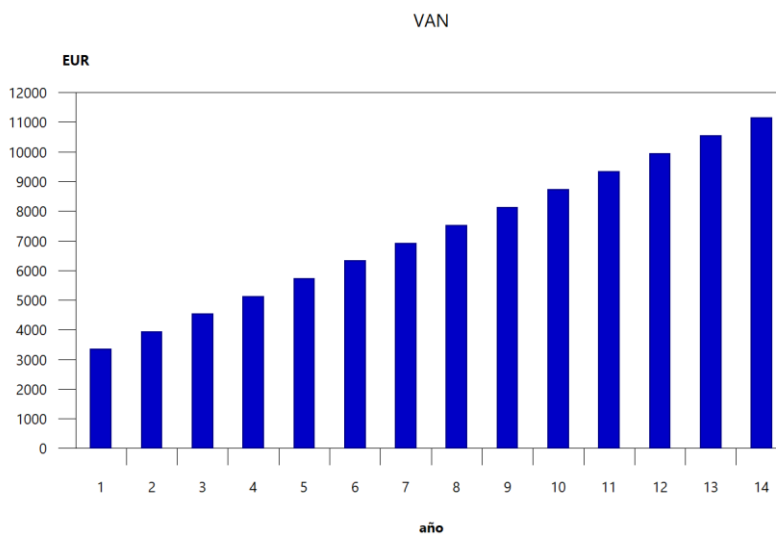
Estudio de medidas de mejora

3.3.1. Aerotermia + fancoils

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	591.93	0.00	-50.00	0.00	2743.15
1	593.05	591.93	-51.13	-50.00	3335.08
2	594.20	1184.98	-52.28	-101.13	3928.13
3	595.38	1779.19	-53.45	-153.40	4522.34
4	596.58	2374.57	-54.65	-206.85	5117.72
5	597.81	2971.15	-55.88	-261.51	5714.30
6	599.07	3568.96	-57.14	-317.39	6312.11
7	600.36	4168.03	-58.43	-374.53	6911.18
8	601.67	4768.39	-59.74	-432.96	7511.54
9	603.01	5370.06	-61.09	-492.70	8113.21
10	604.39	5973.07	-62.46	-553.79	8716.22
11	605.79	6577.46	-63.87	-616.25	9320.61
12	607.23	7183.26	-65.30	-680.11	9926.41
13	608.70	7790.49	-66.77	-745.41	10533.64
14	610.20	8399.19	-68.27	-812.19	11142.34



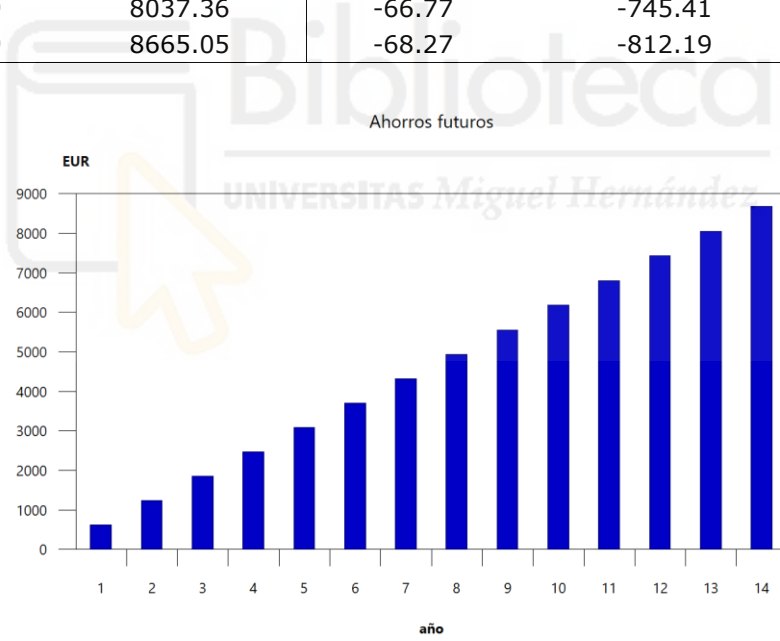
Estudio de medidas de mejora



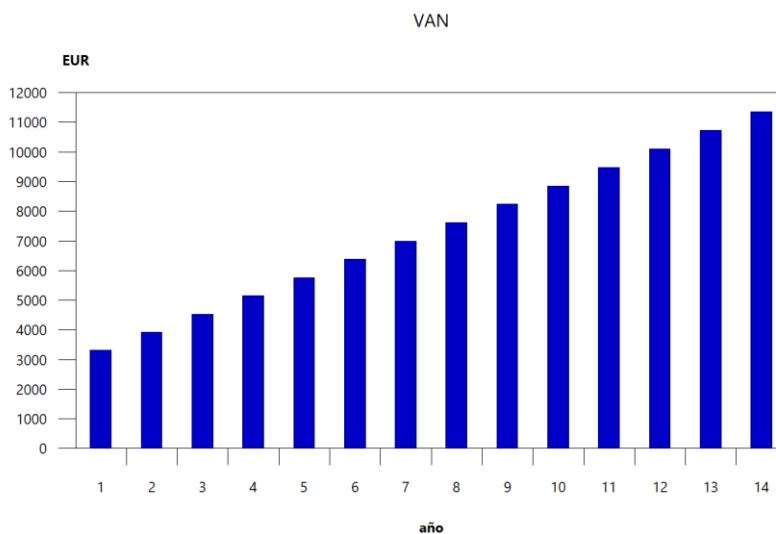
Estudio de medidas de mejora

3.3.2. Sistema Bomba de calor + Cassette

Plazo (año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
0	610.92	0.00	-50.00	0.00	2673.15
1	612.04	610.92	-51.13	-50.00	3284.07
2	613.19	1222.96	-52.28	-101.13	3896.11
3	614.37	1836.16	-53.45	-153.40	4509.31
4	615.57	2450.53	-54.65	-206.85	5123.68
5	616.80	3066.10	-55.88	-261.51	5739.25
6	618.06	3682.90	-57.14	-317.39	6356.05
7	619.35	4300.96	-58.43	-374.53	6974.11
8	620.66	4920.31	-59.74	-432.96	7593.46
9	622.00	5540.97	-61.09	-492.70	8214.12
10	623.38	6162.97	-62.46	-553.79	8836.12
11	624.78	6786.35	-63.87	-616.25	9459.50
12	626.22	7411.14	-65.30	-680.11	10084.29
13	627.69	8037.36	-66.77	-745.41	10710.51
14	629.19	8665.05	-68.27	-812.19	11338.20



Estudio de medidas de mejora



Condensaciones

UNE EN ISO 13788



ÍNDICE

1. ZONA COMÚN.....	3
1.1. C1.....	3
1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	3
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	3
1.1.3. Descripción del elemento constructivo.....	4
1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	5
1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	6
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	12
1.2. A1.....	15
1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones.....	15
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo.....	15
1.2.3. Descripción del elemento constructivo.....	16
1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica.....	17
1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales.....	18
1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas.....	19



Condensaciones

ZONA COMÚN

1.1. C1

1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.949 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.721$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.205 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \leq 0.8$.

1.1.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo presenta condensaciones intersticiales en los meses de: enero, febrero. Sin embargo, la cantidad de condensación acumulada en cada periodo anual no es superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

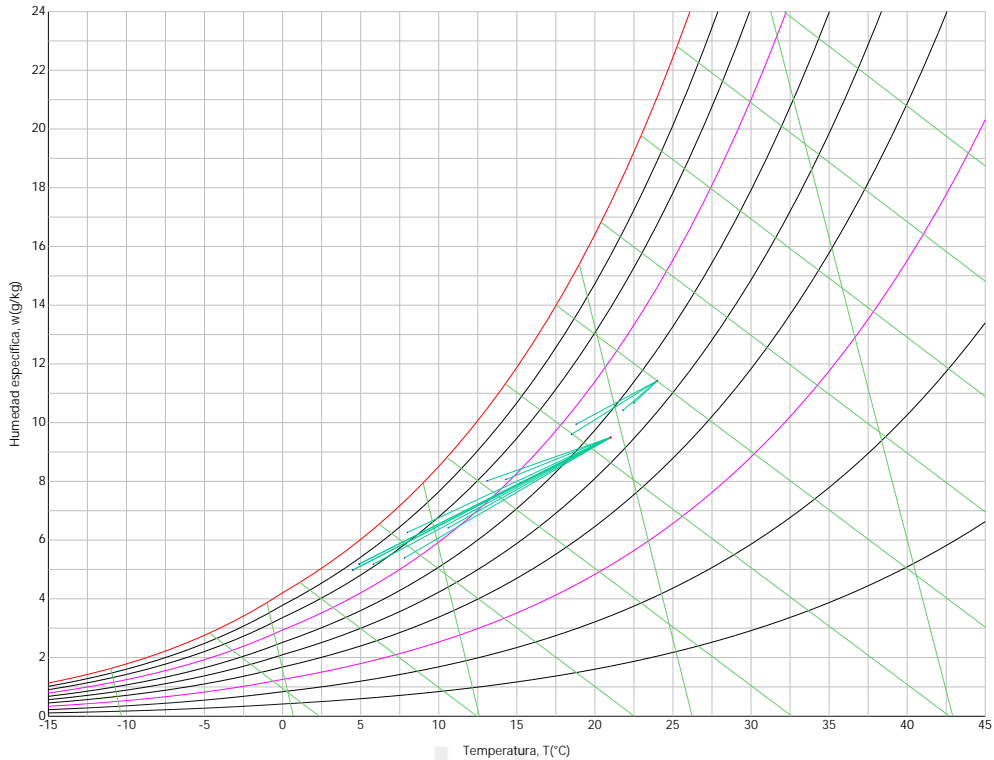
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.5	5.8	7.8	10.6	14.3	18.8	22.5	21.8	18.5	13.1	8.0	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	86	81	74	73	71	66	56	57	65	77	85	87
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

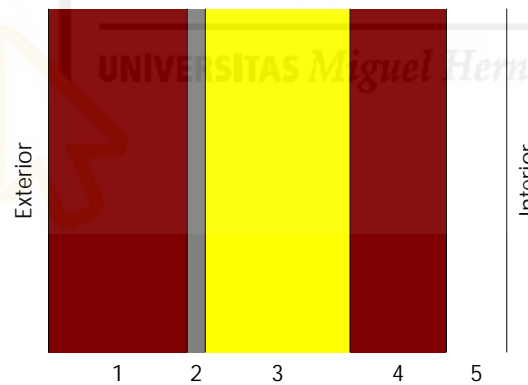
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 898 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.1.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

C1		e	l	R	μ	S_d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R_{se}				0.04		
1	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.5	0.583	0.19726	10	1.15
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.5	0.550	0.02727	10	0.15
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	12.0	0.029	4.13793	20	2.4
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8.0	0.432	0.18519	10	0.8
5	Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	5.0	0.300	0.16667	6	0.3
R_{si}				0.13		

donde:

e: Espesor, cm.

l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

Condensaciones

- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_a: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	38.0
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.8843
Espesor de aire equivalente total, S _{a,T}	m	4.80
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.205
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.949

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{a,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.205 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.5	85.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.721
Febrero	5.8	81.4	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.697
Marzo	7.8	73.9	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.651
Abril	10.6	72.7	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.558
Mayo	14.3	71.5	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.313
Junio	18.8	66.0	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.095
Julio	22.5	56.3	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.000
Agosto	21.8	57.4	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.000
Septiembre	18.5	64.9	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.144
Octubre	13.1	76.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.418
Noviembre	8.0	84.5	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.646
Diciembre	4.9	86.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.714

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.949 > f_{Rsi,min} = 0.721, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Condensaciones

1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.50	841.900	722.212	85.8		
Cara exterior	4.64	849.907	722.212	85.0	--	--
Interfase 1-2	5.30	890.383	876.709	98.5	--	--
Interfase 2-3	5.39	896.111	896.111	100.0	0.424	0.424
Interfase 3-4	19.37	2247.668	1219.054	54.2	--	--
Interfase 4-5	20.00	2336.635	1326.702	56.8	--	--
Cara interior	20.56	2419.322	1367.070	56.5	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Febrero.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	5.80	921.765	750.629	81.4		
Cara exterior	5.92	929.752	750.629	80.7	--	--
Interfase 1-2	6.54	970.036	898.318	92.6	21.640	21.640
Interfase 2-3	6.62	975.725	975.725	100.0	-0.424	--
Interfase 3-4	19.50	2265.661	1244.076	54.9	--	--
Interfase 4-5	20.08	2348.080	1333.526	56.8	--	--
Cara interior	20.60	2424.485	1367.070	56.4	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

q: Temperatura, °C.

P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n: Presión del vapor de agua, Pa.

j: Humedad relativa, %.

g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Febrero)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Marzo.

Condensaciones

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	7.80	1057.690	781.110	73.9		
Cara exterior	7.91	1065.515	781.110	73.3	--	--
Interfase 1-2	8.44	1104.852	1104.852	100.0	-21.640	--
Interfase 2-3	8.51	1110.391	1115.629	100.5	--	--
Interfase 3-4	19.70	2293.589	1288.046	56.2	--	--
Interfase 4-5	20.20	2365.783	1345.518	56.9	--	--
Cara interior	20.65	2432.449	1367.070	56.2	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Marzo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Abril.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	10.60	1277.533	928.378	72.7		
Cara exterior	10.69	1284.807	928.378	72.3	--	--
Interfase 1-2	11.11	1321.212	1033.481	78.2	--	--
Interfase 2-3	11.16	1326.316	1047.190	79.0	--	--
Interfase 3-4	19.97	2333.194	1266.536	54.3	--	--
Interfase 4-5	20.37	2390.764	1339.652	56.0	--	--
Cara interior	20.72	2443.636	1367.070	55.9	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Abril)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Mayo.

Condensaciones

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	14.30	1629.101	1164.195	71.5		
Cara exterior	14.35	1634.896	1164.195	71.2	--	--
Interfase 1-2	14.63	1663.742	1212.801	72.9	--	--
Interfase 2-3	14.66	1667.765	1219.140	73.1	--	--
Interfase 3-4	20.34	2386.445	1320.578	55.3	--	--
Interfase 4-5	20.59	2424.129	1354.390	55.9	--	--
Cara interior	20.82	2458.487	1367.070	55.6	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Mayo)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Junio.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.80	2168.900	1431.069	66.0		
Cara exterior	18.84	2174.677	1431.069	65.8	--	--
Interfase 1-2	19.05	2203.367	1481.173	67.2	--	--
Interfase 2-3	19.08	2207.359	1487.708	67.4	--	--
Interfase 3-4	23.49	2891.583	1592.273	55.1	--	--
Interfase 4-5	23.68	2926.112	1627.127	55.6	--	--
Cara interior	23.86	2957.495	1640.198	55.5	--	--
Aire interior	24.00	2982.178	1640.198	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Junio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Julio.

Condensaciones

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	22.50	2724.013	1533.739	56.3		
Cara exterior	22.51	2726.045	1533.739	56.3	--	--
Interfase 1-2	22.57	2736.087	1559.245	57.0	--	--
Interfase 2-3	22.58	2737.478	1562.572	57.1	--	--
Interfase 3-4	23.85	2955.794	1615.801	54.7	--	--
Interfase 4-5	23.91	2965.910	1633.544	55.1	--	--
Cara interior	23.96	2975.040	1640.198	55.1	--	--
Aire interior	24.00	2982.178	1640.198	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Julio)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Agosto.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	21.80	2610.369	1497.973	57.4		
Cara exterior	21.82	2613.242	1497.973	57.3	--	--
Interfase 1-2	21.91	2627.446	1532.048	58.3	--	--
Interfase 2-3	21.92	2629.415	1536.493	58.4	--	--
Interfase 3-4	23.78	2943.551	1607.605	54.6	--	--
Interfase 4-5	23.87	2958.344	1631.309	55.1	--	--
Cara interior	23.94	2971.714	1640.198	55.2	--	--
Aire interior	24.00	2982.178	1640.198	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Agosto)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Septiembre.

Condensaciones

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	18.50	2128.577	1382.013	64.9		
Cara exterior	18.55	2134.589	1382.013	64.7	--	--
Interfase 1-2	18.77	2164.454	1443.870	66.7	--	--
Interfase 2-3	18.80	2168.612	1451.938	67.0	--	--
Interfase 3-4	23.46	2886.430	1581.030	54.8	--	--
Interfase 4-5	23.67	2922.906	1624.061	55.6	--	--
Cara interior	23.85	2956.077	1640.198	55.5	--	--
Aire interior	24.00	2982.178	1640.198	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Septiembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Octubre.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	13.10	1506.777	1157.852	76.8		
Cara exterior	13.16	1513.160	1157.852	76.5	--	--
Interfase 1-2	13.48	1544.987	1207.977	78.2	--	--
Interfase 2-3	13.53	1549.433	1214.515	78.4	--	--
Interfase 3-4	20.22	2369.059	1319.124	55.7	--	--
Interfase 4-5	20.52	2413.263	1353.994	56.1	--	--
Cara interior	20.79	2453.662	1367.070	55.7	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Octubre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Noviembre.

Condensaciones

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	8.00	1072.207	906.489	84.5		
Cara exterior	8.11	1080.006	906.489	83.9	--	--
Interfase 1-2	8.63	1119.200	1016.837	90.9	--	--
Interfase 2-3	8.70	1124.717	1031.230	91.7	--	--
Interfase 3-4	19.72	2296.399	1261.520	54.9	--	--
Interfase 4-5	20.21	2367.560	1338.284	56.5	--	--
Cara interior	20.65	2433.246	1367.070	56.2	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Noviembre)

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Diciembre.

C1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.90	865.798	751.823	86.8		
Cara exterior	5.03	873.805	751.823	86.0	--	--
Interfase 1-2	5.68	914.254	899.226	98.4	--	--
Interfase 2-3	5.77	919.974	918.452	99.8	--	--
Interfase 3-4	19.41	2253.191	1226.076	54.4	--	--
Interfase 4-5	20.02	2340.151	1328.617	56.8	--	--
Cara interior	20.57	2420.909	1367.070	56.5	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Diciembre)

Evolución anual de la condensación acumulada.

Se presentan a continuación las cantidades totales de agua condensada en el elemento constructivo para cada situación de cálculo, así como la evolución de la humedad acumulada a lo largo del año.

El primer mes con condensación en alguna interfase es enero, aunque la cantidad neta anual es nula, por producirse la evaporación suficiente en los meses siguientes.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Evolución de la cantidad de agua condensada.												
g _c g/(m ² ·mes)	0.424	21.640	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
g _{ev} g/(m ² ·mes)	--	0.424	21.640	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Condensaciones

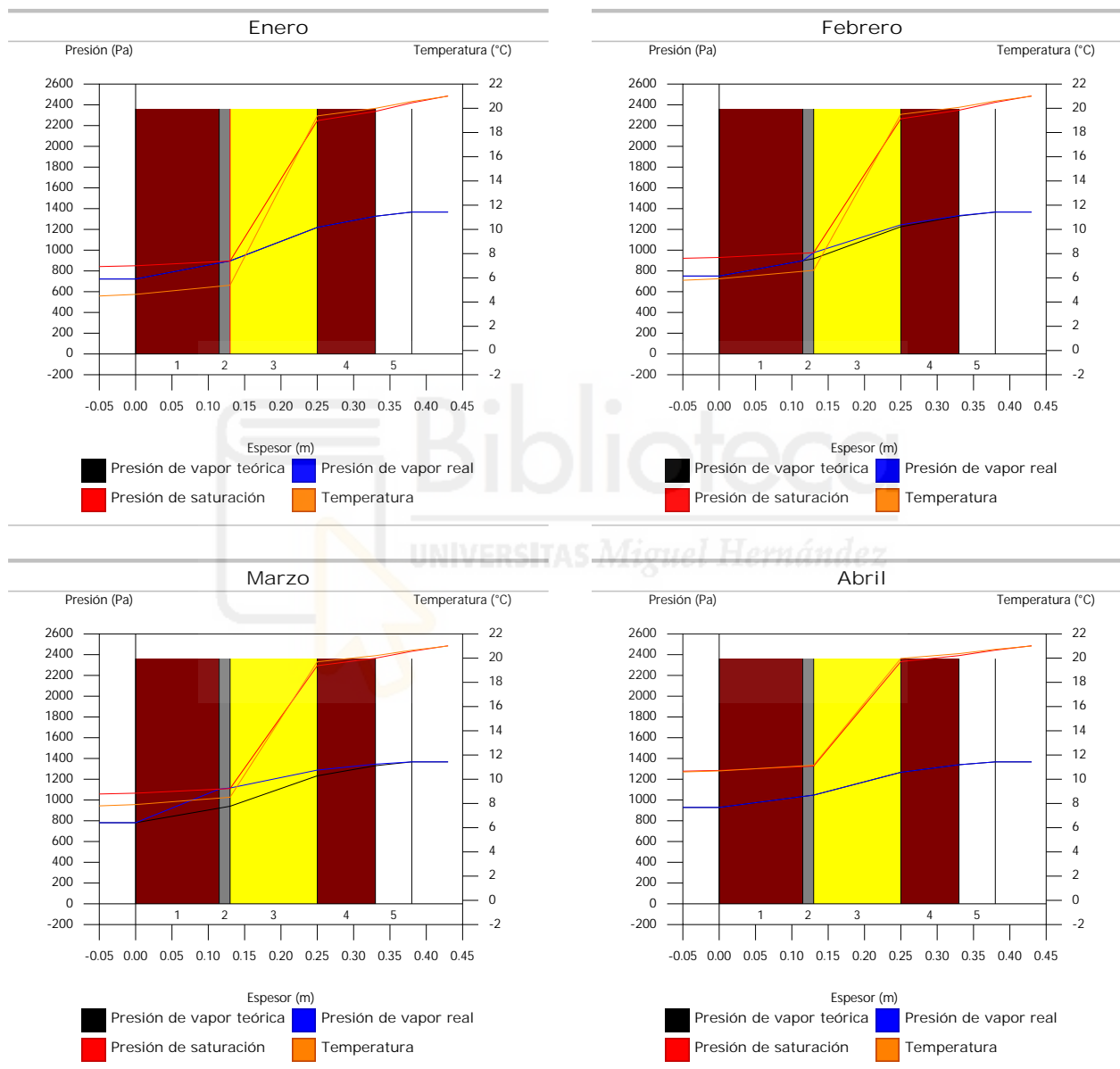
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
M_a (g/m ²)	0.424	21.640	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

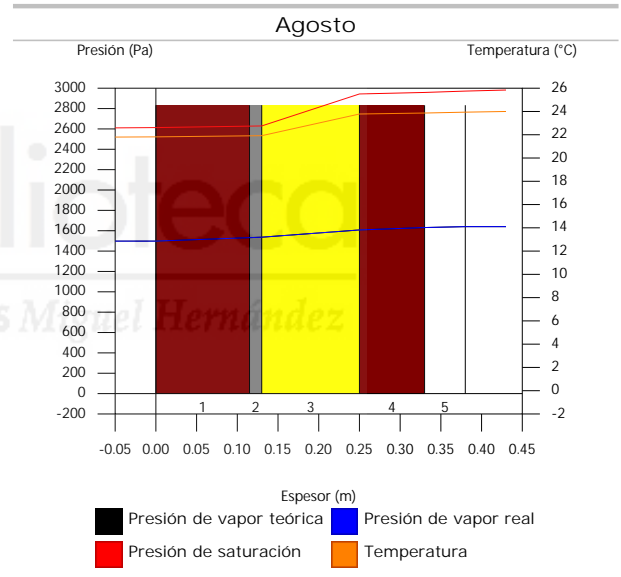
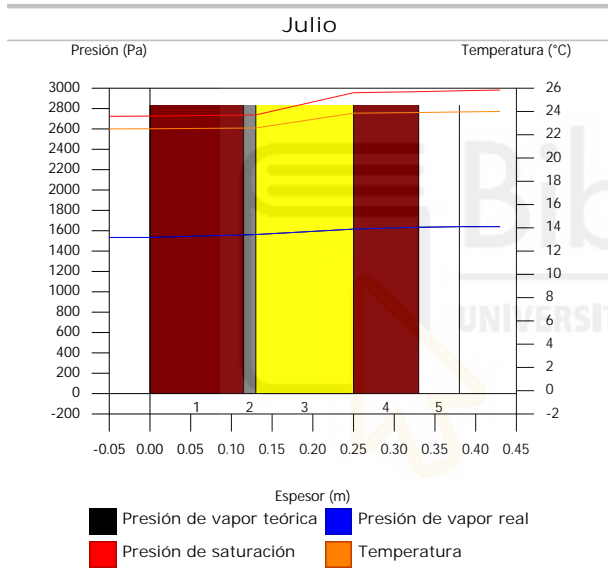
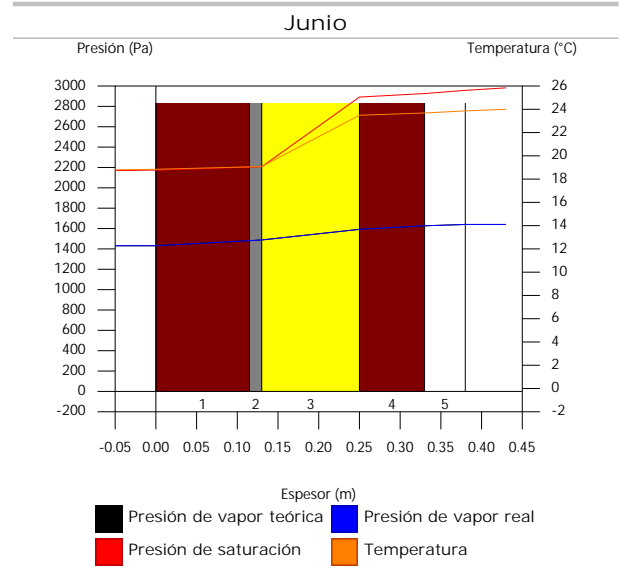
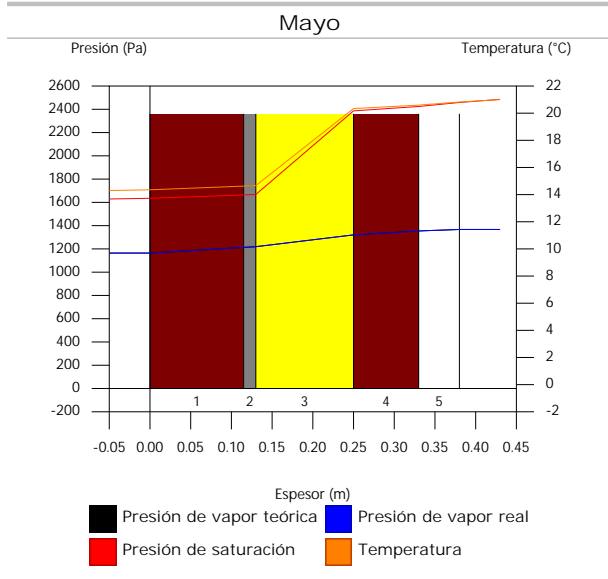
- g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- g_w : Densidad de flujo de evaporación, g/(m²·mes).
- M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Condensación acumulada)

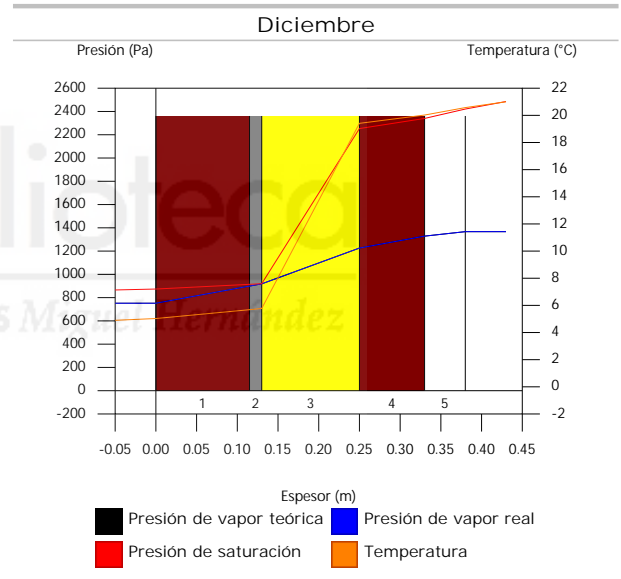
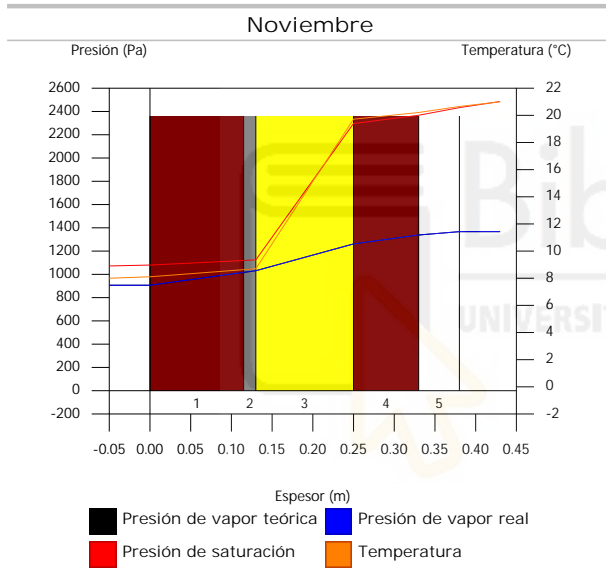
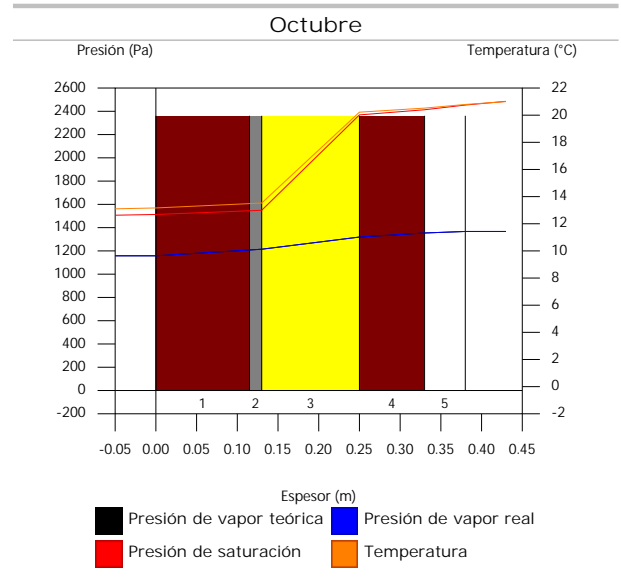
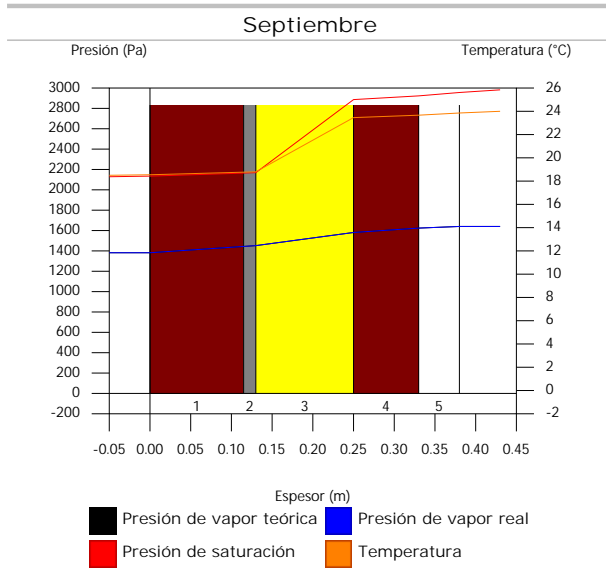
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



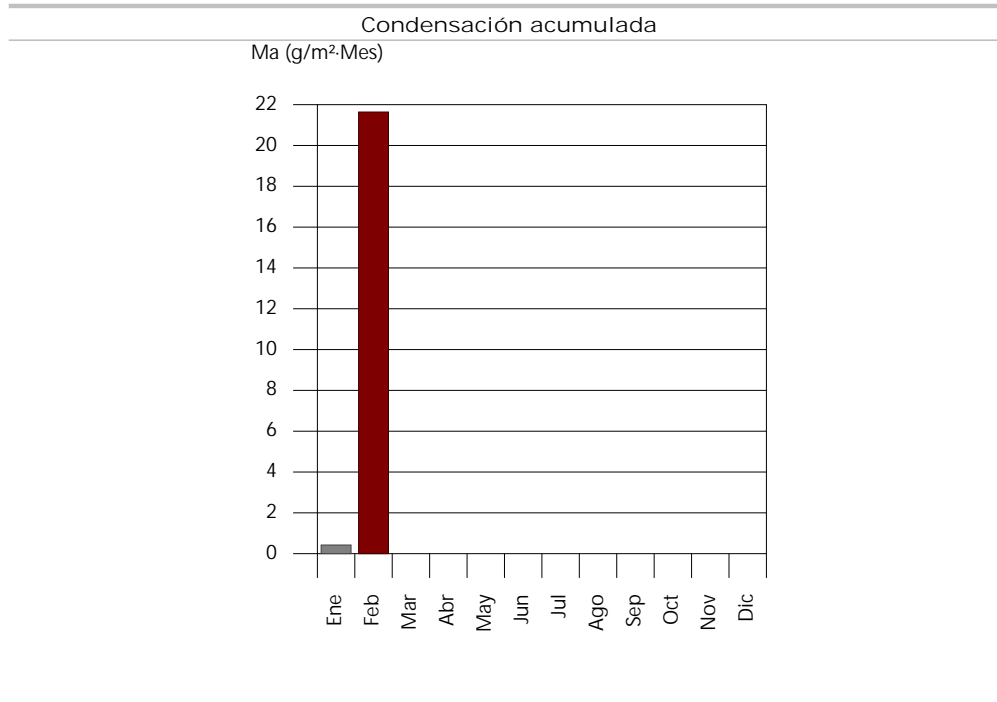
Condensaciones



Condensaciones



Condensaciones



1.2. A1

1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.947 \text{ }^3 f_{Rsi,min} = 0.721$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.212 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0.25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $j_{si,cr} \in [0.8]$.

1.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

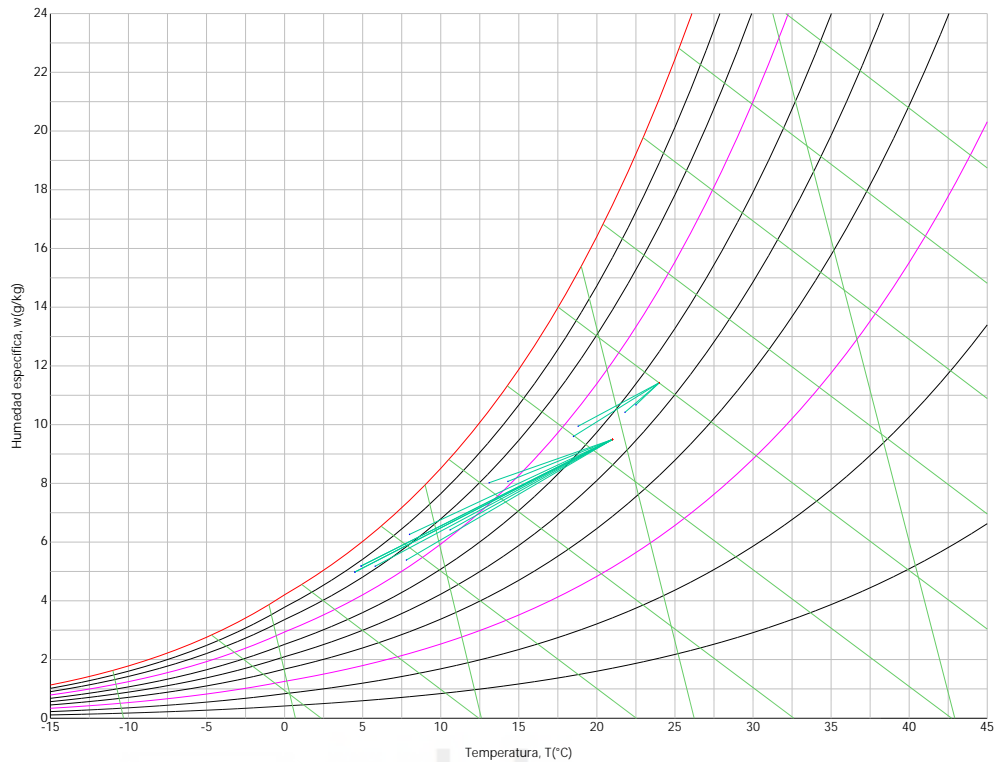
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores												
Temperatura, θ_e (°C)	4.5	5.8	7.8	10.6	14.3	18.8	22.5	21.8	18.5	13.1	8.0	4.9
Humedad relativa, ϕ_e (%)	86	81	74	73	71	66	56	57	65	77	85	87
Condiciones interiores												
Temperatura, θ_i (°C)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	21.0	21.0	21.0
Humedad relativa, ϕ_i (%)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55

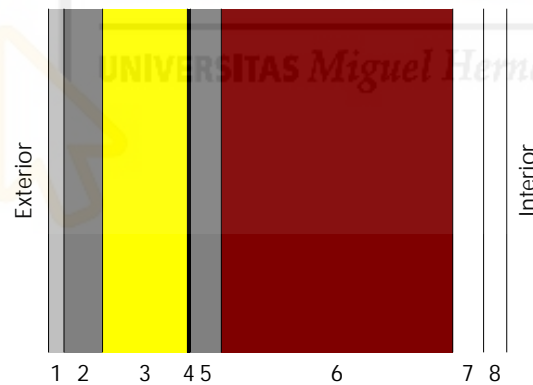
El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de 898 m, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.

Condensaciones



1.2.3. Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

A1		e (cm)	l (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	m	S _a (m)
R _{se}				0.04		
1	Piedra artificial	2.0	1.300	0.01538	40	0.8
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.0	0.550	0.09091	10	0.5
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	11.0	0.029	3.79310	20	2.2
4	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.0	0.410	0.09756	10	0.4
6	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.846	0.35461	10	3
7	Cámara de aire	4.0		0.08000		0.01
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	3.0	0.250	0.12000	4	0.12
R _{si}				0.10		

Condensaciones

donde:

- e: Espesor, cm.
- l: Conductividad térmica del material, W/(m·K).
- R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.
- m: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.
- S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.
- R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.
- R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	59.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.7090
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	207.03
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.212
Factor de resistencia superficial interior, f _{Rsi}	--	0.947

donde:

- E_T: Espesor total del elemento, cm.
- R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales R_{se} y R_{si}, m²·K/W.
- S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.
- U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).
- f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·R_{si}), donde U = 0.212 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de j_{si,cr} £ 0.8 .

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de f_{Rsi,min} queda como sigue:

	q _e (°C)	j _e (%)	q _i (°C)	j _i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (q _{si}) (Pa)	q _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	4.5	85.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.721
Febrero	5.8	81.4	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.697
Marzo	7.8	73.9	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.651
Abril	10.6	72.7	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.558
Mayo	14.3	71.5	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.313
Junio	18.8	66.0	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.095
Julio	22.5	56.3	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.000
Agosto	21.8	57.4	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.000
Septiembre	18.5	64.9	24.0	60.0	1789.31	2236.63	19.3	0.144
Octubre	13.1	76.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.418
Noviembre	8.0	84.5	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.646
Diciembre	4.9	86.8	21.0	60.0	1491.35	1864.19	16.4	0.714

donde:

- q_e: Temperatura del aire exterior, °C.
- j_e: Humedad relativa del aire exterior, %.
- q_i: Temperatura del aire interior, °C.
- j_i: Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.
- P_i: Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.
- P_{sat}(q_{si}): Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.
- q_{si,min}: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.
- f_{Rsi,min}: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que f_{Rsi} = 0.947 > f_{Rsi,min} = 0.721, no se producen condensaciones superficiales en el elemento

Condensaciones

constructivo.

1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de Enero.

A1	q (°C)	P _{sat} (Pa)	P _n (Pa)	j (%)	g _c (g/(m ² ·mes))	M _a (g/m ²)
Aire exterior	4.50	841.900	722.212	85.8		
Cara exterior	4.64	850.207	722.212	84.9	--	--
Interfase 1-2	4.69	853.421	724.704	84.9	--	--
Interfase 2-3	5.01	872.632	726.261	83.2	--	--
Interfase 3-4	18.30	2102.521	733.114	34.9	--	--
Interfase 4-5	18.36	2110.571	1356.075	64.3	--	--
Interfase 5-6	18.71	2156.231	1357.321	62.9	--	--
Interfase 6-7	19.95	2329.557	1366.665	58.7	--	--
Interfase 7-8	20.23	2370.302	1366.696	57.7	--	--
Cara interior	20.65	2432.588	1367.070	56.2	--	--
Aire interior	21.00	2485.582	1367.070	55.0		

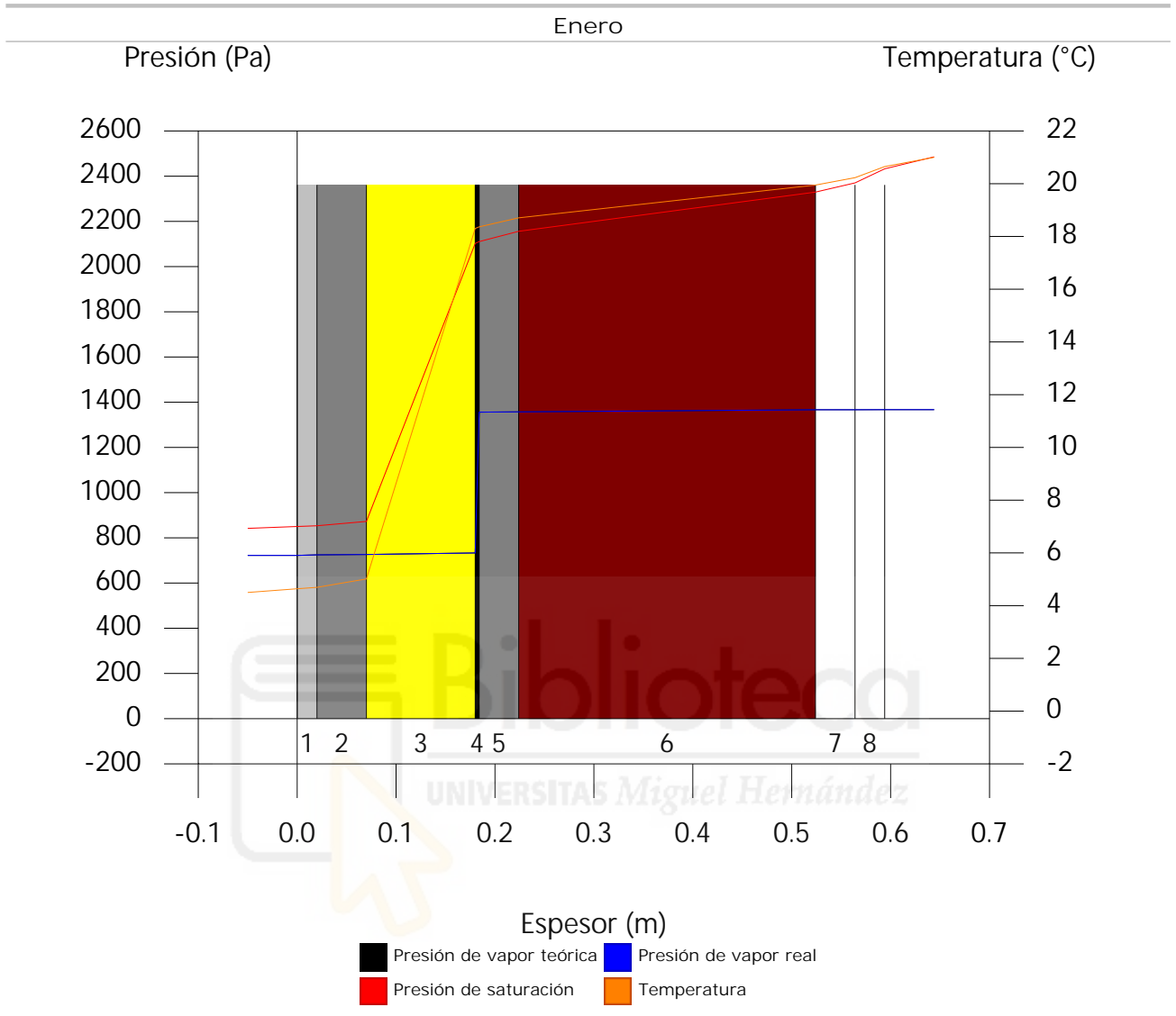
donde:

- q: Temperatura, °C.
- P_{sat}: Presión de saturación del vapor de agua, Pa.
- P_n: Presión del vapor de agua, Pa.
- j: Humedad relativa, %.
- g_c: Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).
- M_a: Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Condensaciones

1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



Descripción de los puentes térmicos lineales

EN ISO 14683

EN ISO 10211



Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFs [G]A1-[B]C1(90) Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta	23.053	0.23
TFs [G]A1-[G]A1(180)-[B]C1(90) Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta	16.537	0.23

Encuentro de fachada con solera	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFI [E]S1-[B]C1(90) Suelos en contacto con el terreno con continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera	23.053	0.23
TFI [E]S1-[E]S1(180)-[B]C1(90) Suelos en contacto con el terreno sin continuidad entre el aislamiento de fachada y de solera	16.537	0.36

Esquina entrante de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TWr [B]C1-[B]C1(90)-[C]T1(90) * Esquina entrante	3.200	-0.09

* Cálculo efectuado conforme a la norma

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TWI [C]T1-[B]C1(180)-[B]C1(90) * Esquina saliente	3.200	0.06
TW [B]C1-[B]C1(180)-[B]C1(90) * Esquina saliente	3.200	0.06

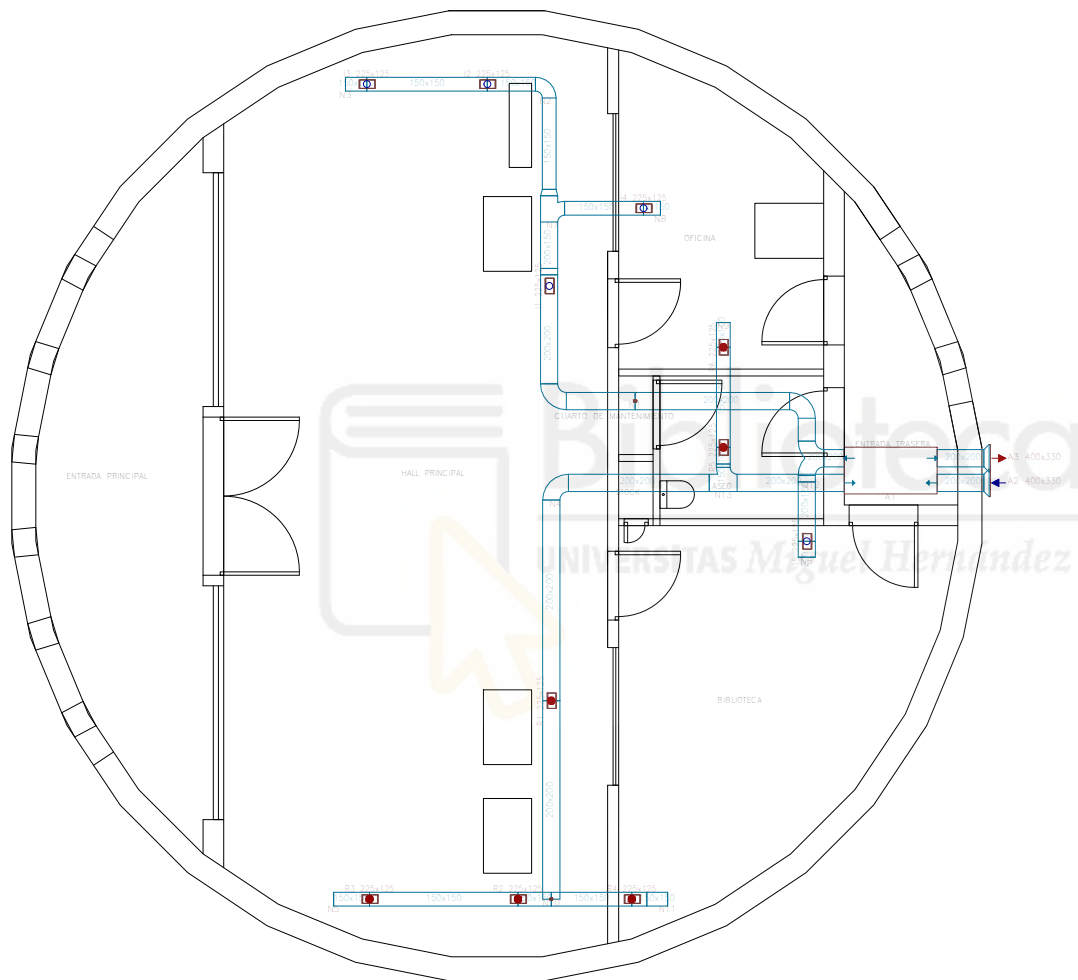
* Cálculo efectuado conforme a la norma

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi [K]V2 (200-205)-[C]T1	4.000	0.50
Ws [K]V2 (200-205)-[C]T1	4.000	0.50
Wi [K]V2 (200-205)-[C]T1	6.000	0.50
Wi [K]V3 (200-205)-[C]T1	4.000	0.50
Ws [K]V3 (200-205)-[C]T1	4.000	0.50
Wi [K]V3 (200-205)-[C]T1	4.000	0.50
Wi [K]V1 (340-345)-[B]C1 Alfeizares con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Alféizar.	6.800	0.08
Ws [K]V1 (340-345)-[B]C1 Dinteles con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Dintel/Capialzado.	6.800	0.11

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI [K]V1 (340-345)-[B]C1 Jambas con continuidad entre el aislamiento de fachada y la carpintería. Jambas.	8.800	0.01

Pilar	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
P [P]Pilar 0.3x0.3 cm-[B]C1 Pilares integrados en fachada sin continuidad del aislamiento de fachada. Pilares integrados en fachada.	16.000	1.13

Otro (no interviene en el edificio de referencia)	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Ws [J]P1 (100-105)-[B]C1 Unión no especificada por la norma.	3.000	0.00
WI [J]P1 (100-105)-[B]C1 Unión no especificada por la norma.	13.200	0.00
Ws [J]P2 (100-105)-[C]T1 Unión no especificada por la norma.	5.000	0.00
WI [J]P2 (100-105)-[C]T1 Unión no especificada por la norma.	22.000	0.00
Ws [J]P1 (230-235)-[B]C1 Unión no especificada por la norma.	2.300	0.00
WI [J]P1 (230-235)-[B]C1 Unión no especificada por la norma.	4.400	0.00



Aire acondicionado
Escala: 1:100

Plano recuperador de calor

CARLOS DEL NERO CASTÓN

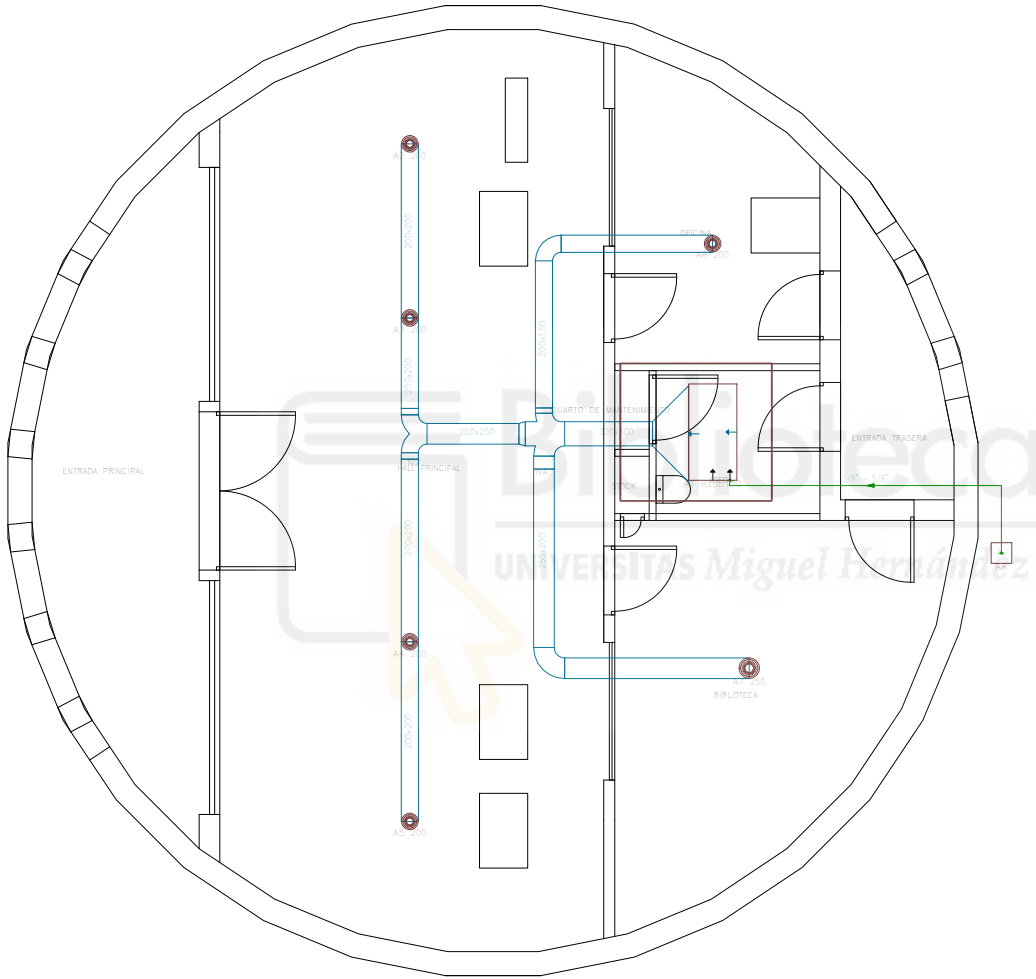
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GIEAI

TFG

Planta baja



Aire acondicionado
Escala: 1:100

Planos split

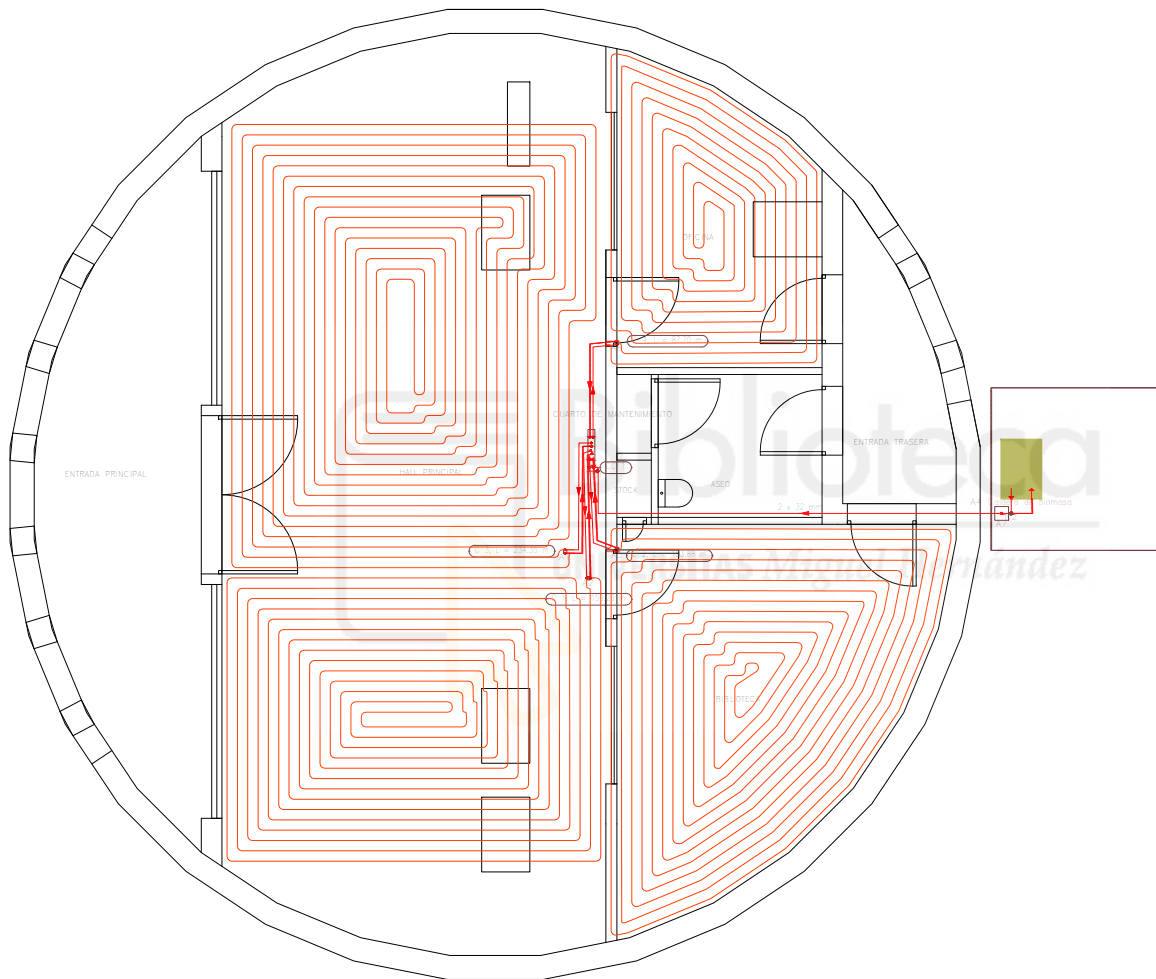
CARLOS DEL NERO CASTÓN

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GIEAI

TFG



Suelo radiante
Escala: 1:100

Plano suelo radiante

CARLOS DEL NERO CASTÓN

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GIEAI

TFG

ÍNDICE

- | | |
|--|---|
| 1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS | 2 |
| 2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS | |





1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS

Conductos									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
Inicio	Final								
N1-Planta baja	N7-Planta baja	585.0	200x200	4.3	218.6	2.92	6.62	35.51	10.45
N1-Planta baja	N7-Planta baja	435.0	200x150	4.3	188.9	1.13		33.74	
N1-Planta baja	N12-Planta baja	585.0	200x200	4.3	218.6	3.32		23.69	
N2-Planta baja	N3-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	0.90	6.62	45.32	0.64
N2-Planta baja	N3-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	1.75	6.62	45.96	
N2-Planta baja	N3-Planta baja		150x150		164.0	0.31		39.35	
N7-Planta baja	N2-Planta baja	300.0	150x150	3.9	164.0	1.80		35.86	
N7-Planta baja	N8-Planta baja	135.0	150x150	1.8	164.0	1.37	5.36	42.40	3.56
N7-Planta baja	N8-Planta baja		150x150		164.0	0.25		37.04	
N10-Planta baja	N5-Planta baja	339.4	150x150	4.5	164.0	0.48	6.19	36.09	0.99
N10-Planta baja	N5-Planta baja	169.7	150x150	2.2	164.0	2.16	6.19	37.08	
N10-Planta baja	N5-Planta baja		150x150		164.0	0.52		30.89	
N10-Planta baja	N11-Planta baja	164.4	150x150	2.2	164.0	1.17	5.80	33.54	3.54
N10-Planta baja	N11-Planta baja		150x150		164.0	0.52		27.74	
A1-Planta baja	A2-Planta baja	810.0	200x200	6.0	218.6	0.75	3.91	12.47	
A1-Planta baja	N12-Planta baja	810.0	200x200	6.0	218.6	0.55		13.52	
A1-Planta baja	N13-Planta baja	810.0	200x200	6.0	218.6	1.76		10.38	
A1-Planta baja	A3-Planta baja	810.0	200x200	6.0	218.6	0.75	5.54	7.00	
N12-Planta baja	N6-Planta baja	225.0	200x150	2.2	188.9	1.21	14.89	38.02	7.94
N12-Planta baja	N6-Planta baja		200x150		188.9	0.23		23.13	
N13-Planta baja	N9-Planta baja	136.5	150x100	2.7	133.2	0.52	0.43	9.45	27.63
N13-Planta baja	N9-Planta baja	91.5	150x100	1.8	133.2	1.46	1.80	11.41	25.66
N13-Planta baja	N9-Planta baja		150x100		133.2	0.36		9.62	
N13-Planta baja	N4-Planta baja	673.5	200x200	5.0	218.6	2.50		17.19	
N4-Planta baja	N10-Planta baja	673.5	200x200	5.0	218.6	3.17	6.19	30.51	6.57
N4-Planta baja	N10-Planta baja	503.8	200x200	3.7	218.6	2.88		26.65	

Abreviaturas utilizadas

Q	Caudal	L	Longitud
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)	ΔP ₁	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada
Φ	Diámetro equivalente.	D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable



2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS

Difusores y rejillas										
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)	
A3-Planta baja: Rejilla de extracción		400x330	810.0	825.83		< 20 dB	5.54	7.00	0.00	
A2-Planta baja: Rejilla de toma de aire		400x330	810.0	660.66		21.3	3.91	12.47	0.00	
N1 -> N7, (0.61, 3.10), 2.92 m: Rejilla de impulsión		225x125	150.0	140.00	4.5	< 20 dB	6.62	35.51	10.45	
N2 -> N3, (-0.30, 6.03), 0.90 m: Rejilla de impulsión		225x125	150.0	140.00	4.5	< 20 dB	6.62	45.32	0.64	
N2 -> N3, (-2.05, 6.03), 2.65 m: Rejilla de impulsión		225x125	150.0	140.00	4.5	< 20 dB	6.62	45.96	0.00	
N7 -> N8, (1.98, 4.23), 1.37 m: Rejilla de impulsión		225x125	135.0	140.00	4.0	< 20 dB	5.36	42.40	3.56	
N10 -> N5, (0.15, -5.81), 0.48 m: Rejilla de retorno		225x125	169.7	110.00		28.2	6.19	36.09	0.99	
N10 -> N5, (-2.01, -5.81), 2.64 m: Rejilla de retorno		225x125	169.7	110.00		28.2	6.19	37.08	0.00	
N10 -> N11, (1.81, -5.81), 1.17 m: Rejilla de retorno		225x125	164.4	110.00		27.3	5.80	33.54	3.54	
N12 -> N6, (4.35, -0.61), 1.21 m: Rejilla de impulsión		225x125	225.0	140.00	6.7	30.5	14.89	38.02	7.94	
N13 -> N9, (3.14, 0.75), 0.52 m: Rejilla de retorno		225x125	45.0	110.00		< 20 dB	0.43	9.45	27.63	
N13 -> N9, (3.14, 2.21), 1.97 m: Rejilla de retorno		225x125	91.5	110.00		< 20 dB	1.80	11.41	25.66	
N4 -> N10, (0.64, -2.93), 3.17 m: Rejilla de retorno		225x125	169.7	110.00		28.2	6.19	30.51	6.57	
Abreviaturas utilizadas										
Φ	Diámetro				P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)				ΔP_1	Pérdida de presión				
Q	Caudal				ΔP	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva				D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance									

ÍNDICE

- | | |
|--|---|
| 1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS | 2 |
| 2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS | |





1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS

Conductos									
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP ₁ (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
Inicio	Final								
A1-Planta baja	N4-Planta baja	1600.0	300x300	5.3	327.9	2.10		0.76	
A2-Planta baja	A2-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	0.04	3.53	5.34	0.24
N2-Planta baja	A3-Planta baja	516.0	200x200	3.8	218.6	1.68		1.65	
N2-Planta baja	A4-Planta baja	516.0	200x200	3.8	218.6	3.02		1.77	
A5-Planta baja	A5-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	0.04	3.53	5.46	0.12
N4-Planta baja	N2-Planta baja	1032.0	250x250	4.9	273.3	1.95		0.95	
N4-Planta baja	A6-Planta baja	212.8	200x150	2.1	188.9	5.21		1.32	
N4-Planta baja	A7-Planta baja	355.2	250x200	2.1	244.1	6.39		1.36	
A6-Planta baja	A6-Planta baja	212.8	200x150	2.1	188.9	0.04	2.40	3.78	1.80
A3-Planta baja	A3-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	0.04	3.53	5.47	0.12
A3-Planta baja	A2-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	2.53		1.77	
A4-Planta baja	A4-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	0.04	3.53	5.58	
A4-Planta baja	A5-Planta baja	258.0	200x200	1.9	218.6	2.61		1.89	
A7-Planta baja	A7-Planta baja	355.2	250x200	2.1	244.1	0.04	2.56	3.98	1.60

Abreviaturas utilizadas

Q	Caudal	L	Longitud
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)	ΔP ₁	Pérdida de presión
V	Velocidad	ΔP	Pérdida de presión acumulada
Φ	Diámetro equivalente.	D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable

**2. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS**

Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (mm.c.a.)	ΔP (mm.c.a.)	D (mm.c.a.)
A2-Planta baja: Difusor	198. 0		258.0	66.00	1.8	38.5	3.53	5.34	0.24
A5-Planta baja: Difusor	198. 0		258.0	66.00	1.8	38.5	3.53	5.46	0.12
A6-Planta baja: Difusor	198. 0		212.8	66.00	1.5	32.7	2.40	3.78	1.80
A3-Planta baja: Difusor	198. 0		258.0	66.00	1.8	38.5	3.53	5.47	0.12
A4-Planta baja: Difusor	198. 0		258.0	66.00	1.8	38.5	3.53	5.58	0.00
A7-Planta baja: Difusor	248. 0		355.2	110.0 0	1.9	34.7	2.56	3.98	1.60
Abreviaturas utilizadas									
Φ	Diámetro			P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Altura)			ΔP_1	Pérdida de presión				
Q	Caudal			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance								

ÍNDICE

1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS	2
2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE	2
2.1. Bases de cálculo	3
2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos	3
2.1.2. Localización de los colectores	4
2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes	4
2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua	5
2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos	6
2.2. Dimensionado	7
2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico	7
2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor	8
ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264	10





1. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
A7-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	6.49	0.143	3.17
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	0.86	0.019	3.02
A4-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	0.21	0.005	3.02
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	0.77	0.017	41.31
N1-Planta baja	A5-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	0.17	0.004	3.17
N2-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión (*)	32 mm	0.38	0.7	0.14	0.003	3.03
A7-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	6.49	0.153	0.18
A4-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	0.67	0.016	0.02
A4-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	0.51	0.012	0.03
A5-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	0.77	0.018	0.20
A5-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	0.11	0.003	0.19
N2-Planta baja	A7-Planta baja	Retorno (*)	32 mm	0.38	0.7	0.14	0.003	0.03

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas	
Φ <i>Diámetro nominal</i>	L <i>Longitud</i>
Q <i>Caudal</i>	ΔP_1 <i>Pérdida de presión</i>
V <i>Velocidad</i>	ΔP <i>Pérdida de presión acumulada</i>



2. SISTEMAS DE SUELO RADIANTE

2.1. Bases de cálculo

2.1.1. Cálculo de la carga térmica de los recintos

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, se considera la carga térmica sensible instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	$Q_{N,f}$ calefacción (kcal/h)	$Q_{N,f}$ refrigeración (kcal/h)	S (m ²)	q calefacción (kcal/(h·m ²))	q refrigeración (kcal/(h·m ²))
Edificio	Hall principal	Planta baja	2961.85	2926.90	69.71	42.5	42.0
	Biblioteca	Planta baja	1145.90	1007.51	22.50	50.9	44.8
	Oficin	Planta baja	808.32	603.58	12.52	64.5	48.2
Abreviaturas utilizadas							
$Q_{N,f}$ calefacción	Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante			q calefacción	Densidad de flujo térmico para calefacción		
$Q_{N,f}$ refrigeración	Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante			q refrigeración	Densidad de flujo térmico para refrigeración		
S	Superficie del recinto						

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (kcal/(h·m ²))
Zona de permanencia (ocupada)		29	20	86
Cuartos de baño y similares		33	24	86
Zona periférica		35	20	150
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	Temperatura máxima de la superficie del suelo		q_G	Densidad de flujo térmico límite
θ_i	Temperatura del recinto			

Suelo radiante para refrigeración:



Tipos de recinto		$\theta_{r,min}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (kcal/(h·m ²))
Zona de permanencia (ocupada)		19	24	30
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{r,min}$	Temperatura mínima de la superficie del suelo	q_G	Densidad de flujo térmico límite	
θ_i	Temperatura del recinto			

La densidad de flujo térmico límite según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción

Refrigeración

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

2.1.2. Localización de los colectores

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
Edificio	CC 1	C 1	Hall principal	Planta baja
		C 2	Biblioteca	Planta baja
		C 3	Hall principal	Planta baja
		C 4	Oficin	Planta baja



2.1.3. Diseño de circuitos. Cálculo de longitudes

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m^2)

e = Separación entre tuberías (m)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)

Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías (cm)	S (m^2)	q calefacción ($kcal/(h \cdot m^2)$)	Longitud máxima (m)	Longitud real (m)
Edificio	CC 1	C 1	Espiral	15.0	23.21	51.4	640.0	159.3
		C 2	Espiral	15.0	22.50	50.9		153.9
		C 3	Espiral	15.0	34.45	51.4		234.3
		C 4	Espiral	15.0	12.52	57.7		87.7
Abreviaturas utilizadas								
S	<i>Superficie del recinto</i>			q refrigeración	<i>Densidad de flujo térmico para refrigeración</i>			
q calefacción	<i>Densidad de flujo térmico para calefacción</i>							

2.1.4. Cálculo de la temperatura de impulsión del agua

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

donde:

q = Densidad de flujo térmico

K_H = Constante que depende de las siguientes variables:

- Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- Losa de cemento (espesor y conductividad)
- Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

$\Delta\theta_H$ = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Temperatura del recinto



Para calcular la temperatura de impulsión a partir de la máxima densidad de flujo térmico, se tomarán los siguientes datos:

- Calefacción: se fija un salto térmico del agua de 5°C.
- Refrigeración: se fija un salto térmico del agua de 2°C. En el caso de refrigeración siempre existe la limitación del punto de rocío, siendo la temperatura de impulsión, incrementada en un grado por las pérdidas, no inferior a la de rocío.

En el Anexo Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	θ_v calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	P_{inst} calefacción (kcal/h)	P_{req} calefacción (kcal/h)
Edificio	CC 1	C 1	33.1	28.1	1192.1	1192.1
		C 2		27.9	1145.9	1145.9
		C 3		28.1	1769.8	1769.8
		C 4		30.1	722.5	808.3
Abreviaturas utilizadas						
θ_v calefacción	<i>Temperatura de impulsión calefacción</i>		θ_v refrigeración	<i>Temperatura de impulsión refrigeración</i>		
θ_R calefacción	<i>Temperatura de retorno calefacción</i>		θ_R refrigeración	<i>Temperatura de retorno refrigeración</i>		
P_{inst} calefacción	<i>Potencia instalada de calefacción</i>		P_{inst} refrigeración	<i>Potencia instalada de refrigeración</i>		
P_{req} calefacción	<i>Potencia requerida de calefacción</i>		P_{req} refrigeración	<i>Potencia requerida de refrigeración</i>		

2.1.5. Cálculo del caudal de agua de los circuitos

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico

σ = Salto de temperatura

c_w = Calor específico del agua

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

θ_u = Temperatura del recinto inferior



θ_i = Temperatura del recinto

Los valores de las resistencias térmicas, tanto ascendente como descendente, se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda,1} + R_{\lambda,2} + R_{\lambda,3} + R_{\alpha,4}$$

$$R_{\alpha,4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

donde:

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento del suelo

s_u = Espesor, por encima del tubo, de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

λ_u = Conductividad térmica de la capa de soporte de la carga y de difusión térmica

$R_{\lambda,1}$ = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda,2}$ = Resistencia térmica del forjado

$R_{\lambda,3}$ = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\alpha,4}$ = Resistencia térmica del techo

2.2. Dimensionado

2.2.1. Dimensionado del circuito hidráulico

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- Velocidad máxima = 2.0 m/s
- Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 400.0 Pa/m

Se describe a continuación la instalación calculada:



Cálculo de la instalación

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	\varnothing_N (mm)	Caudal calefacción (l/h)	ΔP calefacción (m.c.a.)
Edificio	CC 1	Tipo 1	C 1	16	305.82	12.7
			C 2	16	286.45	10.9
			C 3	16	454.05	37.1
			C 4	16	307.07	7.0

Abreviaturas utilizadas

\varnothing_N	<i>Diámetro nominal</i>	Caudal refrigeración	<i>Caudal del circuito refrigeración</i>
Caudal calefacción	<i>Caudal del circuito calefacción</i>	ΔP refrigeración	<i>Pérdida de presión del circuito refrigeración</i>
ΔP calefacción	<i>Pérdida de presión del circuito calefacción</i>		

Equipo	Descripción
Tipo 1	Colector premontado de poliamida reforzada, modelo Vario M "UPONOR IBERIA", compuesto de conexiones principales de 1", derivaciones de 3/4", termómetros, purgadores manuales, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, tapones terminales y soportes

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.

2.2.2. Selección de la caldera o bomba de calor

La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores	Potencia de calefacción instalada (kcal/h)
Tipo 1	Edificio	CC 1	4830.4

Equipo	Descripción
Tipo 1	Caldera para la combustión de pellets, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1130x590x865 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión y del acumulador de A.C.S.

ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264





ANEXO A: NORMA UNE-EN 1264

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

a_B: Factor de revestimiento del suelo



$$\alpha = 10.8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\lambda_{u,0} = 1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$S_{u,0} = 0.045 \text{ m}$$

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

a_T: Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a _T	1.23	1.188	1.156	1.134

a_U: Factor de recubrimiento



$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _u			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015

a_D: Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _D			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.050 \text{ m} \leq T \leq 0.375 \text{ m}$, donde T es la separación entre tuberías.

La expresión anterior es válida si se cumple la condición $S_u \geq 0.015 \text{ m}$, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.



La expresión anterior es válida si se cumple la condición $0.010 \text{ m} \leq D \leq 0.030 \text{ m}$, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

Tipo de superficie	B_0 (kcal/(h·m ² ·°C))
Suelo radiante para calefacción	5.8
Suelo radiante para refrigeración	4.5

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica

Espesor de la capa



Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

donde:

λ_R = Conductividad de la capa de la tubería

$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

s_R = Espesor de pared de la tubería

$s_{R,0} = (d_a - d_i)/2 = 0.002 \text{ m}$

donde:

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

θ_i = Temperatura del recinto

OTROS DOCUMENTOS JUSTIFICATIVOS

1. Resultado solar fotovoltaica PVGIS 1.8 kwp instalados



Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

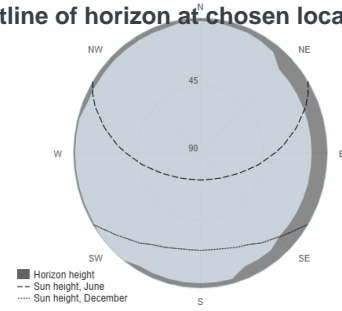
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 40.785,-2.622
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH3
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 1.8 kWp
 System loss: 14 %

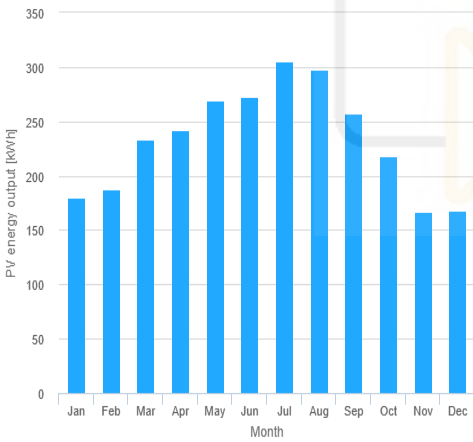
Simulation outputs

Slope angle: 36 (opt) °
 Azimuth angle: 1 (opt) °
 Yearly PV energy production: 2798.76 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1984.7 kWh/m²
 Year-to-year variability: 99.22 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.61 %
 Spectral effects: 0.64 %
 Temperature and low irradiance: -7.05 %
 Total loss: -21.66 %

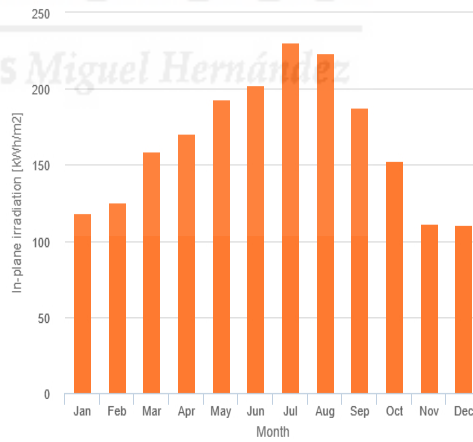
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E _m	H(i) _m	SD _m
January	179.9	118.1	39.3
February	188.0	125.4	34.7
March	233.4	158.8	40.0
April	242.3	170.2	29.8
May	269.4	193.2	25.1
June	272.9	202.1	15.0
July	305.4	230.5	6.5
August	298.0	223.6	9.1
September	257.4	187.3	13.2
October	217.8	153.0	23.2
November	166.7	111.6	30.0
December	167.7	110.8	25.9

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].