

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN
EDIFICIO DE USO TERCIARIO Y DE
SUS INSTALACIONES EN EL
CAMPUS DE LA UMH DE ELCHE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2026

AUTOR: José Andréu Larrosa

DIRECTOR/ES: Javier Molina González



Agradecimientos

A mis abuelos y a mi abuela, que allá donde estén siguen presentes en mi vida, por todo el cariño, los valores y los recuerdos que me dejaron. Aunque ya no puedan estar aquí físicamente, sé que de alguna forma me acompañan en todo momento.

A Aitana, que desde que me conoce no ha dejado de creer en mí, de apoyarme y de acompañarme en cada paso de este camino.

Y, especialmente, a mis padres, JOSELE y MERCEDES por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, sacrificio y amor incondicional; por guiarme siempre, sostenerme en los momentos difíciles y hacer posible que hoy pueda cumplir y realizar todo lo que me proponga.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. DATOS DEL ALUMNO	12
3. NORMATIVA APLICADA.....	13
4. CRITERIOS Y CONSIDERACIONES	14
4.1 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE0.....	21
4.1.1 Definición de la localidad y zona climática	21
4.1.2 Definición de la envolvente térmica y sus componentes	21
4.1.3 Perfil de uso, acondicionamiento, ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espacios habitables y no habitables	21
4.1.4 Procedimiento empleado para el cálculo del consumo energético	26
4.1.5 Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS	27
4.1.6 Consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de humedad e iluminación).....	29
4.1.7 Energía producida y la aportación de fuentes renovables	30
4.1.8 Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los servicios técnicos.....	31
4.1.9 Rendimientos considerados en los diferentes equipos	33
4.1.10 Factores de conversión de energía final a energía primaria	33
4.1.11 Consumo de energía primaria no renovable (Cep,nren) del edificio y el valor límite aplicable (Cep,nren,lim)	34
4.1.12 Consumo de energía primaria total y valor límite aplicable	35
4.1.13 Número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable	35
4.2 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE1.....	37
4.2.1 Localidad y zona climática	37
4.2.2 Agrupaciones de recintos	37
4.2.3 Esquema geométrico de la envolvente térmica	38
4.2.4 Elementos que componen la envolvente térmica.....	40
4.2.4 Sistema de compartimentación.....	47
4.2.5 Características técnicas mínimas de los productos	50
4.2.6 Control solar de la envolvente térmica	51
4.2.7 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica	51
4.2.8 Limitación de descompensaciones	52
4.2.9 Limitación de condensaciones de la envolvente térmica	52
4.3 Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS.....	53
4.4 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE3.....	55
4.5 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE4.....	57
4.6 Justificación de las características de la instalación de iluminación, CTE-HE5	58
5. PROPUESTA DE MEJORAS.....	61
5.1 MAE 1: Ampliación de la instalación fotovoltaica.....	65
5.2 MAE 2: Ampliación fotovoltaica y sustitución del sistema de climatización por VRF	66

5.3	MAE 3: Ampliación fotovoltaica, sistema VRF y sustitución del recuperador de calor .	67
5.4	MAE 4: Ampliación fotovoltaica, sistema VRF, recuperador de calor y mejora de la envolvente térmica	67
5.5	Valoración comparativa de las medidas propuestas	68
6.	CONCLUSIÓN.....	71
7.	CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.....	72
8.	ANEXOS I: FICHAS TÉCNICAS.....	93
9.	ANEXO II: GENERACIÓN PVGIS.....	109
10.	ANEXO III: JUSTIFICACIÓN HE0.....	111
11.	ANEXO IV: JUSTIFICACIÓN HE 1.....	123
12.	ANEXO V: JUSTIFICACIÓN HE3 (CYPELUX).....	132
13.	ANEXO VI: JUSTIFICACIÓN HE4.....	251
14.	ANEXO VII: INFORME DE DEMANDA	254
15.	ANEXO VIII: PUENTES TÉRMICOS	262
16.	ANEXO IX: CONDENSACIONES.....	271
17.	ANEXO X: ESTUDIO DE MEDIDAS DE MEJORA	314

Índice de Tablas

Tabla 1. RECINTOS PLANTA BAJA	11
Tabla 2. RECINTO PRIMERA PLANTA	11
Tabla 3. VEEI LÍMITES	15
Tabla 4. ILUMINACIÓN PLANTA BAJA.....	16
Tabla 5. ILUMINACIÓN PRIMERA PLANTA.....	16
Tabla 6. CARGA DE EQUIPOS DE PLANTA BAJA	18
Tabla 7. CARGA DE EQUIPOS DE PRIMERA PLANTA.....	18
Tabla 8. CARGA INTERNA MEDIA	19
Tabla 9. CFI RECINTOS EN PLANTA BAJA	19
Tabla 10. CFI RECINTOS EN PRIMERA PLANTA.....	20
Tabla 11. CONDICIONES OPERACIONALES Y PERFIL DE USO , 8 HORAS	23
Tabla 12. CONDICIONES OPERACIONALES Y PERFIL DE USO . 12 HORAS	23
Tabla 13. ACTIVIDAD METABÓLICA	24
Tabla 14. CAUDALES DE VENTILACIÓN DE RECINTOS DE PLANTA BAJA	26
Tabla 15. CAUDALES DE RECINTOS DE PRIMERA PLANTA.....	26
Tabla 16. DEMANDA ENERGÉTICA.....	27
Tabla 17. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	27
Tabla 18. BALANCE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	28
Tabla 19. NECESIDAD ENERGÉTICA ANUAL	29
Tabla 20. POTENCIA ÚTIL ANUAL	29
Tabla 21. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL PUNTO DE CONSUMO	30
Tabla 22. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	30
Tabla 23. ENERGÍA FINAL DE FUENTES RENOVABLES	31
Tabla 24. ENERGÍA FINAL Y RENDIMIENTO ESTACIONAL DE SISTEMAS DE GENERACIÓN	33
Tabla 25. FACTOR DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A ENERGÍA PRIMARIA	34
Tabla 26. CFI MEDIO CALCULADO	35
Tabla 27. ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	37
Tabla 28. TRANSMITANCIA TÉRMICA ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE	40
Tabla 29. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE PARTICIONES INTERIORES	47
Tabla 30. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DE LOS COMPONENTES	50
Tabla 31. ENERGÍA FV Y RADIACIÓN SOLAR MENSUAL	59
Tabla 32. COMPARATIVA ENERGÉTICA INICIAL Y MAEs.....	63
Tabla 33. RESUMEN ECONÓMICO Y DE RETORNO DE MAEs.....	65

Índice de Planos

Plano 1. VISTA FRONTAL DEL EDIFICIO	6
Plano 2. VISTA TRASERA DEL EDIFICIO	6
Plano 3. VISTA SUPERIOR DEL EDIFICIO	7
Plano 4. DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	7
Plano 5. MODELADO 3D CON SEPARACIÓN DE RECINTOS	10
Plano 6. ESQUEMA 3D DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	38
Plano 7. ESQUEMA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA EN LA PLANTA BAJA	39
Plano 8. ESQUEMA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA PRIMERA PLANTA	39
Plano 9. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EN LA PLANTA BAJA	55
Plano 10. RESULTADOS DE ISOVALORES DE PLANTA BAJA	56
Plano 11. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EN LA PRIMERA PLANTA	56
Plano 12. RESULTADOS ISOVALORES DE PRIMERA PLANTA	56



INTRODUCCIÓN

Este Trabajo de Fin de Grado surge como una aplicación práctica de todo lo aprendido durante la carrera, en especial asignaturas relacionadas con cargas térmicas, transmisión de calor y frío industrial. El objetivo central es realizar un análisis de la eficiencia energética y asegurar que el proyecto cumpla con las normativas del Código Técnico de la Edificación (CTE).

El proyecto que se va a estudiar es el **Nuevo Edificio de uso residencial y de estudio de la UMH de Elche**. Este nuevo edificio, es un equipamiento público universitario con uso residencial que se integrará dentro del propio campus de la universidad, lo que plantea un reto interesante a la hora de analizar sus consumos y su funcionamiento diario.

A continuación, se muestran las vistas características del edificio.



Plano 1. VISTA FRONTAL DEL EDIFICIO

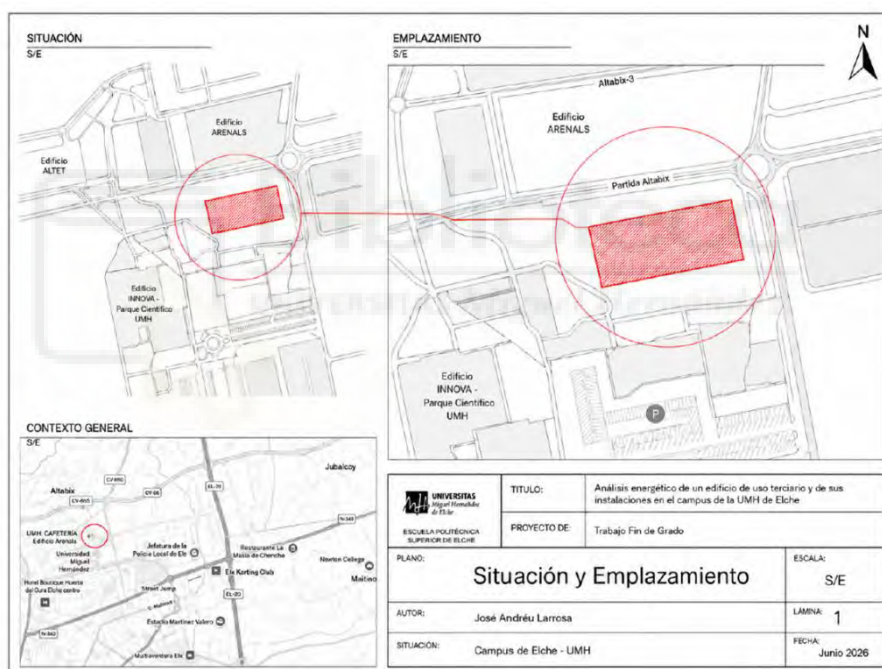


Plano 2. VISTA TRASERA DEL EDIFICIO



Plano 3. VISTA SUPERIOR DEL EDIFICIO

El complejo estará ubicado en el campus de Elche de la Universidad Miguel Hernández, específicamente en la parcela que se encuentra entre los edificios Arenals e Innova.



Plano 4. DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Para comenzar, necesitamos crear un modelo 3D detallado del proyecto original, ya que solo tenemos un plano bidimensional. Esto nos permitirá adaptarlo correctamente a su nueva ubicación.

Para poder llevar a cabo la simulación energética, tras el levantamiento tridimensional, se definirán parámetros fundamentales como las soluciones constructivas de la envolvente térmica, las cargas internas (ocupación,

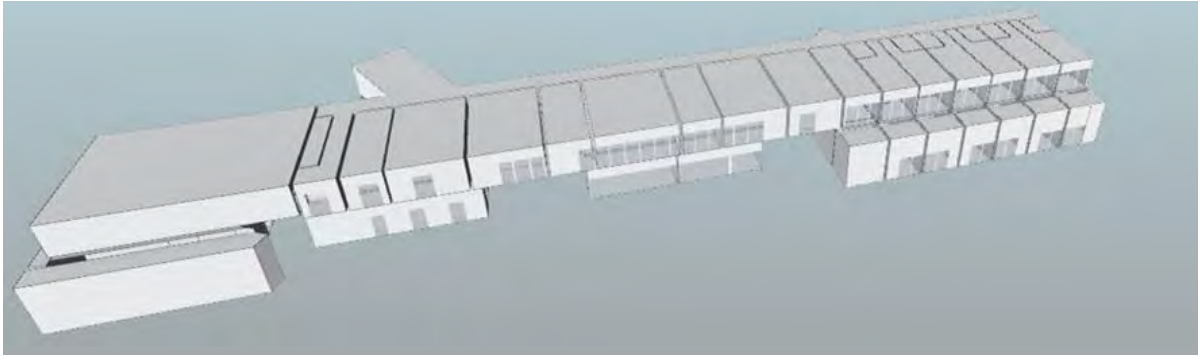
iluminación y equipos), los sistemas de climatización y ventilación base, y la instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

A nivel espacial, el edificio se distribuye en dos plantas principales, organizando sus recintos térmicos de la siguiente manera:

- **Planta Baja.**

- o Aseos públicos masculinos.
- o Aseos públicos femeninos.
- o Aseos públicos masculinos para minusválidos.
- o Aseos públicos femeninos para minusválidos.
- o Dormitorio 1.
- o Aseo privado 1, respectivo del dormitorio anterior.
- o Dormitorio 2.
- o Aseo privado 2, respectivo del dormitorio anterior.
- o Dormitorio 3.
- o Aseo privado 3, respectivo del dormitorio anterior.
- o Dormitorio 4.
- o Aseo privado 4, respectivo del dormitorio anterior.
- o Dormitorio 5.
- o Aseo privado 5, respectivo del dormitorio anterior.
- o Dormitorio 6.
- o Aseo privado 6, respectivo del dormitorio anterior.
- o Biblioteca – café.
- o Sala de reuniones 1.
- o Sala de reuniones 2.
- o Sala de reuniones 3.
- o Enfermería.
- o Salón – comedor.
- o Oficinas de gestión.
- o Sala de instalaciones 1.
- o Almacén.
- o Pasillo.

- o Torre de observación y escalera.
- **Primera Planta.**
 - o Dormitorio 7.
 - o Aseo privado 1, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Dormitorio 8.
 - o Aseo privado 2, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Dormitorio 9.
 - o Aseo privado 9, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Dormitorio 10.
 - o Aseo privado 10, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Dormitorio 11.
 - o Aseo privado 11, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Dormitorio 12.
 - o Aseo privado 12, respectivo del dormitorio anterior.
 - o Aula.
 - o Sala de actividades culturales.
 - o Sala de reuniones 4.
 - o Despacho 1.
 - o Despacho 2.
 - o Despacho 3.
 - o Despacho 4.
 - o Despacho 5.
 - o Salón de actos.
 - o Sala de instalaciones 2.
 - o Pasillo 2.
 - o Pasillo 3.



Plano 5. MODELADO 3D CON SEPARACIÓN DE RECINTOS

Todo el proceso de cálculo se desarrollará teniendo en cuenta la normativa vigente; en concreto el **CTE**, y dentro de este, los **Documentos Básicos de Ahorro de Energía (DB-HE) y Salubridad (DB-HS)**. Su justificación permitirá obtener la certificación energética del edificio en su estado inicial.

Para la ejecución de este flujo de trabajo se empleará la metodología **BIM (Building Information Modeling)** mediante las herramientas desarrolladas por CYPE Ingenieros. En particular, se utilizará **IFC Builder** para la elaboración del modelo arquitectónico del edificio. Posteriormente, a partir de dicho modelo, se llevará a cabo el análisis energético mediante el software **CYPETHERM HE Plus**.

Asimismo, se plantearán diversas **Medidas de Ahorro Energético (MAE)** orientadas a la reducción de la demanda y del consumo energético del edificio, así como a la posible integración de sistemas basados en energías renovables. Estas medidas serán evaluadas con el fin de determinar su influencia sobre el comportamiento energético global del edificio y su contribución al cumplimiento de las exigencias normativas aplicables.

Para definir el punto de partida del análisis, en las tablas que aparecen a continuación detallamos las características iniciales de cada recinto.

PLANTA	LOCAL	SUPERFICIE ÚTIL (m²)	OCUPACIÓN (p)	USO (h)	DÍAS USO/SEMANA	TIPO DE ESPACIO
Planta Baja	ASEO MASCULINO	38,02	-	8	7	No acondicionado
	ASEO FEMENINO	43,3	-	8	7	No acondicionado
	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO	9,32	-	8	7	No acondicionado
	ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO	10	-	8	7	No acondicionado
	BIBLIOTECA - CAFÉ	104,17	12	12	5	Habitable
	SALA DE REUNIONES 1	64,17	14	8	5	Habitable
	SALA DE REUNIONES 2	36,79	9	8	5	Habitable
	SALA DE REUNIONES 3	26,2	4	8	5	Habitable
	ENFERMERÍA	15,92	2	8	7	Habitable
	DORMITORIO 1	20,98	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 1	4,91	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIO 2	21,1	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 2	4,8	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIO 3	20,48	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 3	4,7	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIO 4	20,79	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 4	4,67	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIO 5	20,79	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 5	4,83	-	12	7	Habitable
	DORMITORIO 6	23,5	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 6	5,69	-	12	7	No acondicionado
	SALÓN-COMEDOR	99,89	10	8	7	Habitable
	SALA DE INSTALACIONES 1	76,82	-	8	7	No habitable
	OFICINA DE GESTIÓN	4,93	2	8	5	Habitable
	ALMACÉN	11,97	-	8	5	No acondicionado
	PASILLO I	35,72	-	8	7	No acondicionado
	TORRE DE OBSERVACIÓN/ ESCALERA	25,75	-	8	7	No acondicionado

Tabla 1. RECINTOS PLANTA BAJA

PLANTA	LOCAL	SUPERFICIE ÚTIL (m²)	OCUPACIÓN (p)	USO (h)	DÍAS USO/SEMANA	TIPO DE ESPACIO
Primera Planta	AULA	55,4	15	8	5	Habitable
	DORMITORIOS 7	25,49	2	8	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 7	6,55	-	8	7	No acondicionado
	DORMITORIOS 8	25,62	2	8	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 8	6,54	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIOS 9	26,46	2	8	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 9	6,51	-	8	7	No acondicionado
	DORMITORIOS 10	25,54	2	8	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 10	6,37	-	8	7	No acondicionado
	DORMITORIOS 11	26,74	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 11	6,37	-	12	7	No acondicionado
	DORMITORIOS 12	25,87	2	12	7	Habitable
	ASEO PRIVADO 12	6,76	-	12	7	No acondicionado
	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55,29	6	12	5	Habitable
	SALA DE REUNIONES 4	67,37	16	12	5	Habitable
	DESPACHO 1	28,3	4	12	5	Habitable
	DESPACHO 2	33,65	4	12	5	Habitable
	DESPACHO 3	32,08	4	12	5	Habitable
	DESPACHO 4	54,74	6	12	5	Habitable
	DESPACHO 5	46,67	6	12	5	Habitable
	SALÓN DE ACTOS	193,08	160	12	5	Habitable
	SALA DE INSTALACIONES 2	10,09	-	8	7	No Habitable
	PASILLO 2	212,65	-	8	7	No acondicionado
	PASILLO 3	32,78	-	8	7	No acondicionado

Tabla 2. RECINTO PRIMERA PLANTA

DATOS DEL ALUMNO

- **Nombre:** José Andréu Larrosa
- **D.N.I.:** 48733326Y
- **Teléfono:** 683462276
- **Correo electrónico:** jose.andreu10@goumh.umh.es
- **Titulación:** Grado en Ingeniería Mecánica (UMH)



NORMATIVA APLICADA

La normativa que se ha aplicado para la realización del análisis de eficiencia es la siguiente:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. **(CTE)**
- 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. **(CTE)**
- Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. **(CTE)**
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- 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. **(RITE)**
- 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.
- Documento Básico en Ahorro de energía (HE) del CTE (HE 0, HE 1, HE 2, HE 3, HE 4, HE 5)

CRITERIOS Y CONSIDERACIONES

En este apartado se detallan y justifican las decisiones adoptadas, así como los cálculos realizados para cumplir con las distintas secciones del CTE-HE. Un factor determinante es, el análisis es la ubicación del proyecto en **Elche**, situada a una altitud media de 82 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con lo establecido en el **Anejo B del Documento Básico DB-HE** del Código Técnico de la Edificación, el emplazamiento considerado sitúa al edificio en la zona climática B3, caracterizada por la presencia de inviernos suaves y veranos cálidos.

Al tratarse de un edificio de uso terciario público con carácter residencial, es fundamental definir con precisión parámetros como el perfil de uso, la ventilación y las cargas internas de cada estancia.

En primer lugar, analizaremos la instalación de iluminación, el diseño se ha basado en las exigencias del **DB-HE 3** y de la norma **UNE-EN 12464-1**, asegurando que cada espacio cuente con los niveles de iluminancia (lux) adecuados para su actividad específica. Estos parámetros son fundamentales para determinar el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) y la potencia instalada por superficie (W/m^2) que se introducirán en el software de cálculo.

De acuerdo con la Tabla 3.1 del DB-HE3 del Código Técnico de la Edificación, el valor límite de eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI lim) depende del uso asignado a cada recinto. En consecuencia, para la evaluación de la instalación de iluminación del edificio será necesario clasificar previamente cada espacio en función de su uso específico, con objeto de verificar que los valores obtenidos no superen los límites reglamentarios establecidos.

A continuación, mostramos una tabla que representa lo anterior mencionado:

Tabla 3.1 - HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación ($VEEI_{lim}$)

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

Tabla 3. VEEI LÍMITES

Para la obtención de los parámetros técnicos y la validación de los niveles lumínicos, se ha empleado la herramienta informática **CYPELUX**. Este software permite realizar una simulación precisa del comportamiento de la luz en cada recinto, considerando tanto la geometría real de las estancias como las características fotométricas de las luminarias seleccionadas.

A través de la modelización en **CYPELUX**, se han exportado los datos críticos que alimentan la memoria de cálculo, tales como la superficie útil (S), la potencia total instalada (P) y, fundamentalmente, la densidad de potencia de iluminación.

El empleo de esta herramienta permite verificar que los niveles medios de iluminancia obtenidos sobre el plano de trabajo cumplen los requisitos establecidos en la norma **UNE-EN 12464-1**. Asimismo, facilita una transferencia directa, coherente y fiable de la información al software de certificación energética, minimizando la aparición de errores durante el intercambio de datos entre aplicaciones.

En especial, nuestro proyecto plasma la necesidad del cumplimiento del DB-HE 3. El objetivo principal ha sido alcanzar los niveles de iluminancia nominal (**Em**) requeridos, optimizando simultáneamente el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (**VEEI**). Para la determinación de la potencia instalada por superficie (W/m^2), se han volcado los resultados obtenidos de la simulación, asegurando el cumplimiento normativo.

PLANTA	LOCAL	S (m^2)	P (W)	W/ m^2
Planta Baja	ASEO MASCULINO	38,02	154	4,05
	ASEO FEMENINO	43,3	252	5,82
	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO	9,32	27,6	2,96
	ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO	10	27,6	2,76
	BIBLIOTECA - CAFÉ	104,17	469,2	4,50
	SALA DE REUNIONES 1	64,17	331,2	5,16
	SALA DE REUNIONES 2	36,79	220,8	6,00
	SALA DE REUNIONES 3	26,2	220,8	8,43
	ENFERMERÍA	15,92	156	9,80
	DORMITORIO 1	20,98	182	8,67
	ASEO PRIVADO 1	21,1	27,6	5,62
	DORMITORIO 2	20,48	91	4,31
	ASEO PRIVADO 2	20,79	27,6	5,75
	DORMITORIO 3	20,79	91	4,44
	ASEO PRIVADO 3	23,5	27,6	5,87
	DORMITORIO 4	99,89	91	4,38
	ASEO PRIVADO 4	76,82	27,6	5,91
	DORMITORIO 5	4,93	91	4,38
	ASEO PRIVADO 5	11,97	27,6	5,71
	DORMITORIO 6	35,72	91	3,87
	ASEO PRIVADO 6	25,75	27,6	4,85
	SALÓN - COMEDOR	99,89	468	4,69
	SALA DE INSTALACIONES 1	76,82	429	5,58
	OFICINA DE GESTIÓN	4,93	48	9,74
	ALMACÉN	11,97	39	3,26
	PASILLO I	35,72	68	1,90
	TORRE DE OBSERVACIÓN/ ESCALERA	25,75	46	1,79

Tabla 4. ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

PLANTA	LOCAL	S (m^2)	P (W)	W/ m^2
Primera Planta	AULA	55,4	331,2	5,98
	DORMITORIOS 7	25,49	91	3,57
	ASEO PRIVADO 7	6,55	27,6	4,21
	DORMITORIOS 8	25,62	91	3,55
	ASEO PRIVADO 8	6,54	27,6	4,22
	DORMITORIOS 9	26,46	91	3,44
	ASEO PRIVADO 9	6,51	27,6	4,24
	DORMITORIOS 10	25,54	91	3,56
	ASEO PRIVADO 10	6,37	27,6	4,33
	DORMITORIOS 11	26,74	91	3,40
	ASEO PRIVADO 11	6,37	27,6	4,33
	DORMITORIOS 12	25,87	91	3,52
	ASEO PRIVADO 12	6,76	27,6	4,08
	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55,29	331,2	5,99
	SALA DE REUNIONES 4	67,37	331,2	4,92
	DESPACHO 1	28,3	264,6	9,35
	DESPACHO 2	33,65	294	8,74
	DESPACHO 3	32,08	294	9,16
	DESPACHO 4	54,74	469,8	8,58
	DESPACHO 5	46,67	294	6,30
	SALÓN DE ACTOS	193,08	331,2	1,72
	SALA DE INSTALACIONES 2	10,09	28	2,78
	PASILLO 2	212,65	689	3,24
	PASILLO 3	32,78	39,2	1,20

Tabla 5. ILUMINACIÓN PRIMERA PLANTA

En segundo lugar, se analizan las cargas por equipos para calcular la carga media de funcionamiento de una semana tipo para el uso previsto del edificio. Se han estimado las potencias en W/m^2 , basándose en los valores extraídos de la **Tabla G.11** de la norma **UNE-EN ISO 13790**, diferenciando los siguientes niveles de flujo medio de calor según el uso del recinto:

- **Cargas residenciales (Dormitorios y Aseos):** En los dormitorios y sus servicios higiénicos privados, se ha asignado un índice de 2 W/m^2 . Este valor corresponde estrictamente al uso de "Alojamiento, hospedaje" e incluye el calor disipado por dispositivos móviles y luminarias auxiliares.
- **Cargas de administración y gestión:** Para la oficina de gestión y los despachos, se aplica un índice de 3 W/m^2 , propio del uso de "Oficinas".
- **Cargas de restauración y servicios sociales:** En el área de biblioteca-cafetería y el salón-comedor, se han considerado 3 W/m^2 , siguiendo el estándar para "Restauración".
- **Cargas de formación y eventos:** El aula, el salón de actos y la sala de actividades culturales se han configurado con un índice de 1 W/m^2 , de acuerdo con los valores para "Salones de actos" y "Colegios, escuelas".

La incorporación detallada de estos parámetros permite que la simulación energética represente de forma más realista el comportamiento del edificio, lo que mejora la precisión de la certificación final y evita sobredimensionar las cargas nominales de la instalación.

PLANTA	LOCAL	W/m ²
Planta Baja	ASEO MASCULINO	1
	ASEO FEMENINO	1
	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO	1
	ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO	1
	BIBLIOTECA - CAFÉ	3
	SALA DE REUNIONES 1	1
	SALA DE REUNIONES 2	1
	SALA DE REUNIONES 3	1
	ENFERMERÍA	3
	DORMITORIO 1	2
	ASEO PRIVADO 1	2
	DORMITORIO 2	2
	ASEO PRIVADO 2	2
	DORMITORIO 3	2
	ASEO PRIVADO 3	2
	DORMITORIO 4	2
	ASEO PRIVADO 4	2
	DORMITORIO 5	2
	ASEO PRIVADO 5	2
	DORMITORIO 6	2
	ASEO PRIVADO 6	2
	SALÓN -COMEDOR	3
	SALA DE INSTALACIONES 1	3
	OFICINA DE GESTIÓN	3
	ALMACÉN	1
	PASILLO I	1
	TORRE DE OBSERVACIÓN/ ESCALERA	3

Tabla 6. CARGA DE EQUIPOS DE PLANTA BAJA

PLANTA	LOCAL	W/m ²
Primera Planta	AULA	1
	DORMITORIOS 7	1
	ASEO PRIVADO 7	1
	DORMITORIOS 8	1
	ASEO PRIVADO 8	3
	DORMITORIOS 9	1
	ASEO PRIVADO 9	1
	DORMITORIOS 10	1
	ASEO PRIVADO 10	3
	DORMITORIOS 11	2
	ASEO PRIVADO 11	2
	DORMITORIOS 12	2
	ASEO PRIVADO 12	2
	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	2
	SALA DE REUNIONES 4	2
	DESPACHO 1	2
	DESPACHO 2	2
	DESPACHO 3	2
	DESPACHO 4	2
	DESPACHO 5	2
	SALÓN DE ACTOS	2
	SALA DE INSTALACIONES 2	3
	PASILLO 2	3
	PASILLO 3	3

Tabla 7. CARGA DE EQUIPOS DE PRIMERA PLANTA

Finalmente, todos estos datos convergen en el cálculo de la **Carga de Fuentes Internas (CFI)**, siguiendo el **Anejo A del CTE-HE**. Este valor no es fijo, sino que depende directamente del régimen de funcionamiento, de 5 días o 7 días a la semana mencionado anteriormente.

$$C_{FI} = \Sigma C_{oc} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{il} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{eq} / (7 \cdot 24)$$

Para la ocupación, se ha aplicado una carga metabólica de 70W/persona con carácter general, La integración de estos parámetros en CYPETHERM HE Plus permite categorizar cada recinto con un nivel de carga (baja, media o alta), obteniendo así un modelo energético que refleja el comportamiento real del centro.

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna

Nivel de carga interna	Carga interna media, C_{FI} [W/m ²]
Baja	$C_{FI} < 6$
Media	$6 \leq C_{FI} < 9$
Alta	$9 \leq C_{FI} < 12$
Muy alta	$12 \leq C_{FI}$

Tabla 8. CARGA INTERNA MEDIA

A continuación, se exponen de forma detallada las tablas que recogen el cálculo final del CFI para cada uno de los recintos en ambas plantas.

PLANTA	LOCAL	OCUPACIÓN	ILUMINACIÓN	EQUIPOS	CFI	W	CFI (Clasificación)
Planta Baja	ASEO MASCULINO	-	4,050499737	1	1,68	64,01	Baja
	ASEO FEMENINO	-	5,819861432	1	2,27	98,43	Baja
	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO	-	2,961373391	1	1,32	12,31	Baja
	ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO	-	2,76	1	1,25	12,53	Baja
	BIBLIOTECA - CAFÉ	8,06	4,504175866	3	5,56	579,18	Baja
	SALA DE REUNIONES 1	15,27	5,161290323	1	5,10	327,47	Baja
	SALA DE REUNIONES 2	17,12	6,001630878	1	5,74	211,33	Baja
	SALA DE REUNIONES 3	10,69	8,427480916	1	4,79	125,48	Baja
	ENFERMERÍA	8,79	9,798994975	3	7,20	114,59	Media
	DORMITORIO 1	6,67	8,674928503	2	8,67	181,98	Media
	ASEO PRIVADO 1	-	5,621181263	2	3,81	18,71	Baja
	DORMITORIO 2	6,64	4,312796209	2	6,47	136,60	Media
	ASEO PRIVADO 2	-	5,75	2	3,88	18,60	Baja
	DORMITORIO 3	6,84	4,443359375	2	6,64	135,98	Media
	ASEO PRIVADO 3	-	5,872340426	2	3,94	18,50	Baja
	DORMITORIO 4	6,73	4,377104377	2	6,56	136,29	Media
	ASEO PRIVADO 4	-	5,91006424	2	3,96	18,47	Baja
	DORMITORIO 5	6,73	4,377104377	2	6,56	136,29	Media
	ASEO PRIVADO 5	-	5,714285714	2	3,86	18,63	Baja
	DORMITORIO 6	5,96	3,872340426	2	5,91	139,00	Baja
	ASEO PRIVADO 6	-	4,850615114	2	3,43	19,49	Baja
	SALÓN - COMEDOR	7,01	4,685153669	3	4,90	489,22	Baja
	SALA DE INSTALACIONES 1	-	5,584483207	3	2,86	219,82	Baja
	OFICINA DE GESTIÓN	28,40	9,736308316	3	9,79	48,28	Alta
	ALMACÉN	-	3,258145363	1	1,01	12,14	Baja
	PASILLO 1	-	1,903695409	1	0,97	34,57	Baja
	TORRE DE OBSERVACIÓN/ ESCALERA	-	1,786407767	3	1,60	41,08	Baja

Tabla 9. CFI RECINTOS EN PLANTA BAJA

PLANTA	LOCAL	OCUPACIÓN	ILUMINACIÓN	EQUIPOS	CFI	W	CFI (Clasificación)
Primera Planta	AULA	18,95	5,97833935	1	6,17	342,05	Media
	DORMITORIOS 7	5,49	3,570027462	2	5,53	140,99	Baja
	ASEO PRIVADO 7	-	4,213740458	2	3,11	20,35	Baja
	DORMITORIOS 8	5,46	3,551912568	2	5,51	141,12	Baja
	ASEO PRIVADO 8	-	4,220183486	2	3,11	20,34	Baja
	DORMITORIOS 9	5,29	3,439153439	2	5,37	141,96	Baja
	ASEO PRIVADO 9	-	4,239631336	2	3,12	20,31	Baja
	DORMITORIOS 10	5,48	3,563038371	2	5,52	141,04	Baja
	ASEO PRIVADO 10	-	4,332810047	2	3,17	20,17	Baja
	DORMITORIOS 11	5,24	3,403141361	2	5,32	142,24	Baja
	ASEO PRIVADO 11	-	4,332810047	2	3,17	20,17	Baja
	DORMITORIOS 12	5,41	3,51758794	2	5,46	141,37	Baja
	ASEO PRIVADO 12	-	4,082840237	2	3,04	20,56	Baja
	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	7,60	5,990233315	1	3,47	192,02	Baja
	SALA DE REUNIONES 4	16,62	4,916134778	1	5,37	361,56	Baja
	DESPACHO 1	9,89	9,349823322	3	5,30	149,88	Baja
	DESPACHO 2	8,32	8,736998514	3	4,78	160,70	Baja
	DESPACHO 3	8,73	9,164588529	3	4,97	159,58	Baja
	DESPACHO 4	7,67	8,582389478	3	4,58	250,96	Baja
	DESPACHO 5	9,00	6,299550032	3	4,36	203,34	Baja
	SALÓN DE ACTOS	58,01	1,71535115	1	14,46	2791,50	Muy Alta
	SALA DE INSTALACIONES 2	-	2,775024777	3	1,93	19,42	Baja
	PASILLO 2	-	3,240065836	3	2,08	442,32	Baja
	PASILLO 3	-	1,195851129	3	1,40	45,85	Baja

Tabla 10. CFI RECINTOS EN PRIMERA PLANTA



4.1 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE0

Con el fin de justificar la viabilidad normativa de la propuesta, es necesario incorporar los parámetros mínimos de verificación exigidos en el apartado 5 del DB-HE0, de manera que quede adecuadamente acreditada la trazabilidad del consumo energético.

4.1.1 Definición de la localidad y zona climática

Desde el punto de vista geográfico, el edificio se ubica en la localidad de Elche tal y como se ha nombrado anteriormente, se clasifica en la zona climática B3.

4.1.2 Definición de la envolvente térmica y sus componentes

Las especificaciones técnicas relativas a los cerramientos y elementos que componen la envolvente térmica se encuentran plenamente definidas en la sección 4.2 de este documento. En concreto, su desglose y justificación normativa pueden consultarse en el apartado **4.2.4** (Cumplimiento del CTE DB-HE 1).

4.1.3 Perfil de uso, acondicionamiento, ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espacios habitables y no habitables

Para llevar a cabo una simulación térmica rigurosa del edificio, ha resultado conveniente acometer una sectorización previa de todos sus recintos. Partiendo de la distribución arquitectónica proyectada, los espacios se han clasificado atendiendo a su habitabilidad, presencia de climatización y régimen horario operativo. De este modo, el complejo queda dividido en cinco grandes categorías termodinámicas:

- **PERFIL A: Uso Intensivo Continuo (12h - 7 días)**

Este régimen se aplica a las zonas de carácter residencial y asistencial que requieren atención permanente.

- o Recintos: Comprende los Dormitorios (1 al 12) y la zona de Enfermería.
- o Justificación: Al ser un centro con residentes fijos, se garantiza el mantenimiento de las condiciones de confort térmico y ventilación durante toda la semana, incluyendo periodos nocturnos y fines de semana.

- **PERFIL B: Uso Público Extendido (12h - 5 días)**

Se asigna a espacios de convivencia y servicios que, si bien tienen una jornada diaria amplia, cesan su actividad principal durante el fin de semana.

- o Recintos: Biblioteca-Café y Salón-Comedor.
- o Justificación: Se considera una jornada de 12 horas para cubrir los servicios de desayuno, comida y cena, así como el tiempo de ocio de los usuarios externos y residentes en días laborables.

- **PERFIL C: Servicios Técnicos y Soporte (8h - 7 días)**

Corresponde a las áreas de mantenimiento y servicios higiénicos que deben estar operativos siempre que el edificio esté habitado.

- o Recintos: Aseos (Masculinos, Femeninos y Accesibles), Pasillos, Escaleras y Almacenes. Siendo todos habitables y no acondicionados.
- o Justificación: Aunque la permanencia en estos espacios es transitoria, su disponibilidad debe ser total (7 días) para dar soporte a la zona residencial, bajo una jornada de mantenimiento estándar de 8 horas.

- **Perfil D: Gestión y Administración (8h - 5 días)**

Representa la jornada laboral estándar para el personal administrativo y de coordinación técnica del centro.

- o Recintos: Oficina de Gestión, Salas de Reuniones (1 a 4) y los Despachos de la primera planta.

o Justificación: Estos espacios siguen un calendario laboral convencional. Para la definición de las condiciones operacionales y el perfil de uso de cada recinto, se ha tomado como referencia el documento reconocido de **"Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética"**. Específicamente, se han aplicado los criterios de las Tablas 7 y 8 de dicho documento, siendo estos de obligado cumplimiento para todos los espacios habitables del edificio.

Tabla 7: Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 8h

NO RESIDENCIAL 8h		Nivel de carga interna					
		BAJA		MEDIA		ALTA	
		1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14
Temp. consigna alta (°C)	Laboral y sábado	-	25	-	25	-	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-
Temp. consigna baja (°C)	Laboral y sábado	-	20	-	20	-	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-
Ocupación sensible (W/m^2)	Laboral y sábado	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	10,0
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ocupación latente (W/m^2)	Laboral y sábado	0,00	1,26	0,00	3,79	0,00	6,31
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminación (%)	Laboral y sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m^2)	Laboral y sábado	0,00	1,50	0,00	4,50	0,00	7,50
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilación (%)	Laboral y sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0

Tabla 11. CONDICIONES OPERACIONALES Y PERFIL DE USO , 8 HORAS

Tabla 8: Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 12h

NO RESIDENCIAL 12h		Nivel de carga interna								
		BAJA			MEDIA			ALTA		
		1-6 15-16 21-24	7-14	17-20	1-6 15-16 21-24	7-14	17-20	1-6 15-16 21-24	7-14	17-20
Temp. consigna alta (°C)	Laboral y sábado	-	25	25	-	25	25	-	25	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. consigna baja (°C)	Laboral y sábado	-	20	20	-	20	20	-	20	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocupación sensible (W/m^2)	Laboral	0,00	2,00	2,00	0,00	6,00	6,00	0,00	10,00	10,00
	Sábado	0,00	2,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	10,00	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ocupación latente (W/m^2)	Laboral	0,00	1,26	1,26	0,00	3,79	3,79	0,00	6,31	6,31
	Sábado	0,00	1,26	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00	6,31	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iluminación (%)	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos (W/m^2)	Laboral	0,00	1,50	1,50	0,00	4,50	4,50	0,00	7,50	7,50
	Sábado	0,00	1,50	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	7,50	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ventilación (%)	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 12. CONDICIONES OPERACIONALES Y PERFIL DE USO . 12 HORAS

Por otro lado, los caudales mínimos de aire exterior necesarios en los espacios habitables se han determinado de acuerdo con lo establecido en el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**, lo que permite justificar el cumplimiento del apartado correspondiente del **CTE DB-HE 2**. Para precisar este cálculo, ha sido necesario analizar tanto el régimen de ocupación como el tipo de actividad previsto en cada recinto.

Atendiendo a estos criterios, en las áreas destinadas a la gestión y el trabajo administrativo donde se prevé una ocupación constante, pero con un metabolismo eminentemente sedentario, se ha proyectado una calidad del aire interior tipo **IDA 2**.

Cabe señalar que el programa de cálculo asigna automáticamente la tasa metabólica correspondiente a cada uso. En el caso objeto de estudio, al considerarse la totalidad de los espacios como zonas de oficinas, el índice metabólico se mantiene dentro de los valores estándar, siendo a **1,2 met**.



UNE-EN 13779:2008 – PARA EDIF. NO RESIDENCIALES

Actividad metabólica	Sensible W	Latente W	met
Durmiendo	50	25	0,78
Sentado, sin trabajar	65	35	1,0
De pie, relajado	75	55	1,3
Andando (3,2 km/h)	80	130	2,1
Trabajo muy ligero (sentado)	70	45	1,2
Trabajo ligero (de pie)	70	90	1,6

Tabla 13. ACTIVIDAD METABÓLICA

La ocupación en el modelo se ha realizado mediante una metodología mixta que diferencia la naturaleza de uso de cada dependencia. Este enfoque permite una simulación precisa del comportamiento metabólico del edificio, evitando errores por duplicidad de usuarios en recintos vinculado.

Ocupación por capacidad fija (Habitables)

La ocupación se ha determinado en función de la capacidad alojativa prevista y no de una densidad variable por superficie.

Por ejemplo, se han asignado de forma fija 2 personas por dormitorio, con independencia de que sus dimensiones. Considerando este mismo criterio, los aseos privados vinculados a estas habitaciones se consideran de ocupación nula.

Ocupación por densidad (Habitables No Acondicionadas)

Para el resto de las dependencias de la planta, la ocupación se determina en función de la superficie útil y del uso previsto en cada espacio, aplicando las densidades de ocupación establecidas en el Código Técnico de la Edificación, concretamente en el **Documento Básico DB-SI**, relativo a la seguridad en caso de incendio.

En el caso de las zonas de tránsito o de uso técnico puntual, se considera que su ocupación procede de las dependencias principales previamente definidas. La incorporación de estos parámetros, junto con los criterios de ventilación exigidos por el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**, permite que el balance metabólico global del edificio resulte coherente con su funcionamiento real, favoreciendo un dimensionado adecuado y un mejor rendimiento de los sistemas de ventilación y climatización.

Ocupación de espacios no habitables.

Respecto a los espacios no habitables, grupo conformado por los dos cuartos de instalaciones distribuidos entre la planta baja y la primera, la estrategia de ventilación difiere radicalmente. Al carecer de ocupación permanente, su justificación se apoya en los criterios establecidos en el **Documento de Apoyo del DB-HE 1**. Tomando como referencia su Tabla 8, estas salas técnicas se han asimilado a la tipología de espacios de poco

estancos, aplicándoles por defecto una tasa constante de 5 renovaciones por hora (ren/h).

La traslación de todas estas premisas normativas al software de simulación genera un mapa detallado de requerimientos térmicos. El desglose exhaustivo con los caudales definitivos de ventilación asignados a cada uno de los recintos queda reflejado en las siguientes tablas de resultados exportadas del modelo.

PLANTA	LOCAL	Superficie útil (m ²)	OCUPACIÓN	CALIDAD	U/s * persona	U/s * m ²)	ren/h	VENTILACIÓN (L/s)
Planta Baja	ASEO MASCULINO	38,02	-	IDA 2	-	0,83	-	31,56
	ASEO FEMENINO	43,3	-	IDA 2	-	0,83	-	35,94
	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO	9,32	-	IDA 2	-	0,83	-	7,74
	ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO	10	-	IDA 2	-	0,83	-	8,30
	BIBLIOTECA - CAFÉ	104,17	12	IDA 2	12,5	-	-	150,00
	SALA DE REUNIONES 1	64,17	14	IDA 2	12,5	-	-	175,00
	SALA DE REUNIONES 2	36,79	9	IDA 2	12,5	-	-	112,50
	SALA DE REUNIONES 3	26,2	4	IDA 2	12,5	-	-	50,00
	ENFERMERIA	15,92	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	DORMITORIO 1	20,98	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 1	4,91	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	DORMITORIO 2	21,1	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 2	4,8	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	DORMITORIO 3	20,48	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 3	4,7	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	DORMITORIO 4	20,79	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 4	4,67	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	DORMITORIO 5	20,79	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 5	4,83	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	DORMITORIO 6	23,5	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ASEO PRIVADO 6	5,69	-	IDA 2	-	-	-	0,00
	SALÓN - COMEDOR	99,89	10	IDA 2	12,5	-	-	125,00
	SALA DE INSTALACIONES 1	76,82	-	IDA 2	-	-	5	-
	OFICINA DE GESTIÓN	4,93	2	IDA 2	12,5	-	-	25,00
	ALMACÉN	11,97	-	IDA 2	-	0,83	-	9,94
	PASILLO 1	35,72	-	IDA 2	-	0,83	-	29,65
	TORRE DE OBSERVACIÓN/ ESCALERA	25,75	0	IDA 2	-	0,83	-	21,37

Tabla 14. CAUDALES DE VENTILACIÓN DE RECINTOS DE PLANTA BAJA

PLANTA	LOCAL	Superficie útil (m ²)	OCUPACIÓN	CALIDAD	U/s * persona	U/s * m ²)	ren/h	VENTILACIÓN (L/s)
Primera Planta	AULA	55,4	15	IDA 2	12,5	-	-	187,5
	DORMITORIOS 7	25,49	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 7	6,55	-	IDA 2	-	-	-	0
	DORMITORIOS 8	25,62	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 8	6,54	-	IDA 2	-	-	-	0
	DORMITORIOS 9	26,46	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 9	6,51	-	IDA 2	-	-	-	0
	DORMITORIOS 10	25,54	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 10	6,37	-	IDA 2	-	-	-	0
	DORMITORIOS 11	26,74	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 11	6,37	-	IDA 2	-	-	-	0
	DORMITORIOS 12	25,87	2	IDA 2	12,5	-	-	25
	ASEO PRIVADO 12	6,76	-	IDA 2	-	-	-	0
	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55,29	6	IDA 2	12,5	-	-	75
	SALA DE REUNIONES 4	67,37	16	IDA 2	12,5	-	-	200
	DESPACHO 1	28,3	4	IDA 2	12,5	-	-	50
	DESPACHO 2	33,65	4	IDA 2	12,5	-	-	50
	DESPACHO 3	32,08	4	IDA 2	12,5	-	-	50
	DESPACHO 4	54,74	6	IDA 2	12,5	-	-	75
	DESPACHO 5	46,67	6	IDA 2	12,5	-	-	75
	SALÓN DE ACTOS	193,08	160	IDA 2	12,5	-	-	2000
	SALA DE INSTALACIONES 2	10,09	-	IDA 2	-	-	5	-
	PASILLO 2	212,65	-	IDA 2	-	0,83	-	176,50
	PASILLO 3	32,78	-	IDA 2	-	0,83	-	27,21

Tabla 15. CAUDALES DE RECINTOS DE PRIMERA PLANTA

4.1.4 Procedimiento empleado para el cálculo del consumo energético

Este cálculo se ha realizado con el software **CYPETHERM HE Plus (CTE 2019)**, utilizando el edificio diseñado desde plano en **IFC Builder**.

4.1.5 Demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS

El comportamiento energético del modelo a lo largo del año queda reflejado en la tabla adjunta. Esta matriz detalla, mes a mes, los requerimientos térmicos de los sistemas de climatización (frío y calor), así como la demanda asociada a la preparación de ACS, concluyendo con el balance total anual del centro comunitario.

														Año											
														(kWh/año)	(kWh/m²·año)										
														Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)
EDIFICIO (S _u = 1689.57 m²)																									
Demanda energética	Calefacción	5465.6	4087.3	3443.2	1730.8	995.3	79.9	2.5	0.6	1.6	102.1	1788.2	4536.9	22234.1	13.2										
	Refrigeración	24.4	122.7	104.9	116.3	902.1	2469.6	5484.5	6226.9	3950.6	2095.0	399.2	28.3	21924.4	13.0										
	ACS	2658.3	2353.6	2553.3	2406.8	2382.1	2203.8	2172.5	2172.5	2153.4	2396.0	2471.0	2605.8	28529.0	16.9										
	TOTAL	8148.2	6563.5	6101.4	4254.0	4279.6	4753.3	7659.4	8400.0	6105.7	4593.0	4658.3	7171.0	72687.5	43.0										

Tabla 16. DEMANDA ENERGÉTICA

La cuantificación de la demanda térmica del edificio, tanto para los escenarios de calefacción como de refrigeración, se fundamenta en una simulación horaria exhaustiva. Para lograrlo, el motor de cálculo evalúa las necesidades del modelo asumiendo la preexistencia de unos sistemas de climatización ideales; es decir, equipos virtuales con potencia instantánea ilimitada y un rendimiento estacional unitario. Los resultados consolidados que arroja el software para nuestro centro comunitario se recogen en la siguiente tabla.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal}		D _{ref}	
		(kWh/año)	(kWh/m ² -año)	(kWh/año)	(kWh/m ² -año)
Z - 8 horas	1040.33	15015.60	14.43	8472.86	8.14
Z - 12 horas	456.16	1346.95	2.95	12040.73	26.40
Z- Salón de actos	193.08	5871.53	30.41	1410.79	7.31
	1689.57	22234.08	13.16	21924.38	12.98

Tabla 17. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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.

Para facilitar la interpretación del comportamiento termodinámico del edificio a lo largo del año, se adjunta seguidamente el histograma de balance energético mensual extraído de CYPETHERM HE Plus.

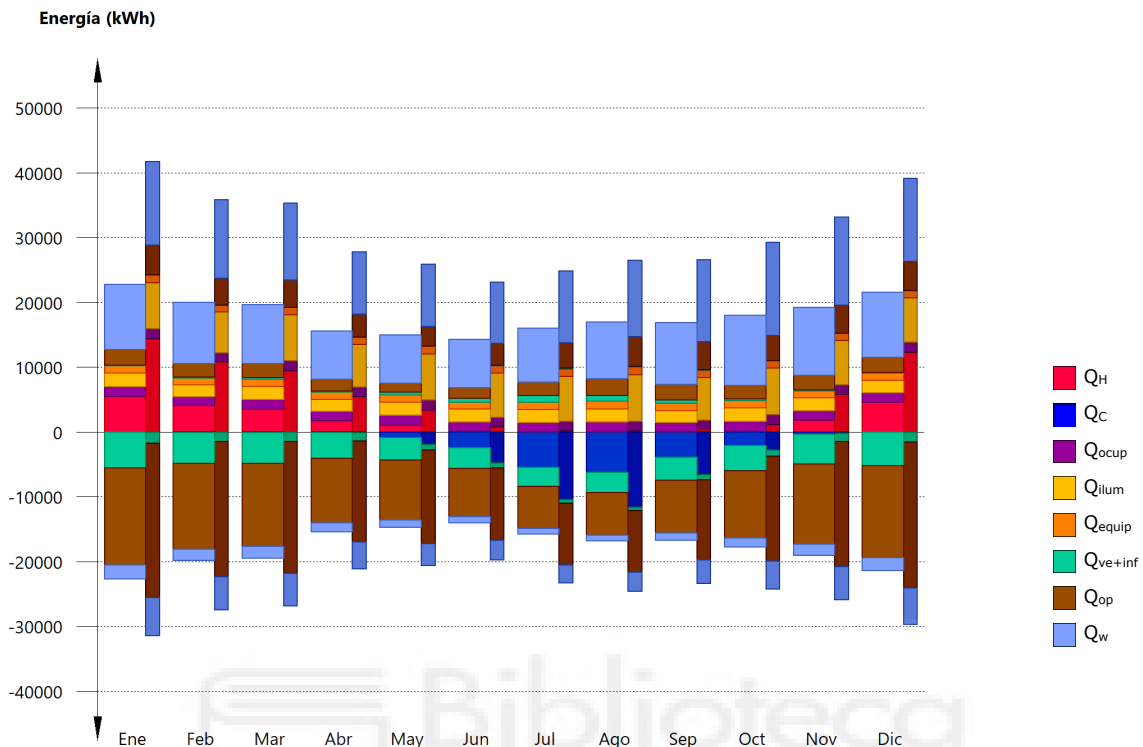


Tabla 18. BALANCE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Este gráfico ilustra con precisión la interacción entre los distintos flujos de calor que afectan a la envolvente y al interior de los recintos. Por un lado, discrimina las ganancias y pérdidas por transmisión a través de los cerramientos opacos (Q_{opacos}) y de los huecos acristalados o elementos ligeros (Q_w). Por otro, cuantifica el impacto térmico del intercambio de aire, sumando la ventilación y las infiltraciones ($Q_{vent+inf}$). A todo esto, se le integran las cargas internas continuas, derivadas de la ocupación metabólica (Q_{ocup}), la disipación térmica de las luminarias (Q_{ilum}) y el equipamiento interno (Q_{int}). Obtenemos como resultado de este balance, la evidencia el aporte energético neto que los sistemas reales deberán suministrar, mes a mes, para garantizar el confort interior, desglosado claramente en demanda de calefacción (Q_h) y demanda de refrigeración (Q_c).

Los requerimientos de climatización para cada mes se pueden ver en los siguientes gráficos tanto la energía como la potencia útil instantánea. Se ve que la exigencia máxima de calefacción es en enero y la de refrigeración en agosto.

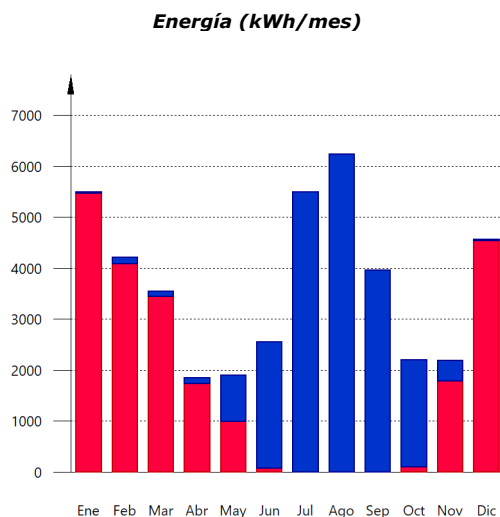


Tabla 19. NECESIDAD ENERGÉTICA ANUAL

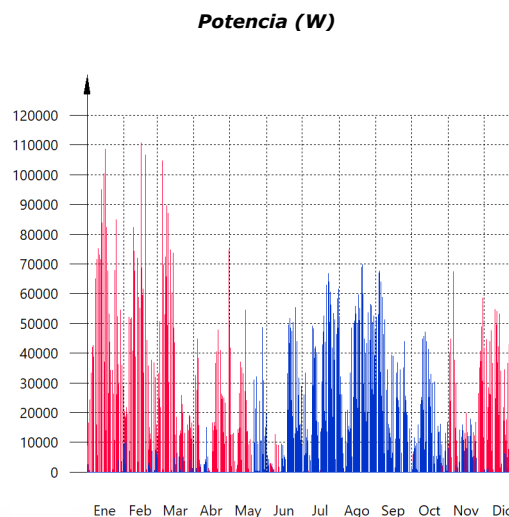


Tabla 20. POTENCIA ÚTIL ANUAL

4.1.6 Consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de humedad e iluminación)

En este apartado detallamos el balance energético anual del edificio, desglosando el uso de energía final, primaria y primaria no renovable para cada servicio técnico. Para el cálculo de la climatización, hemos integrado el consumo eléctrico de los equipos auxiliares tanto en los sistemas de calefacción como en los de refrigeración, obteniendo así una visión real del gasto.

		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/m²-año)	
EDIFICIO ($S_u = 1689.57 \text{ m}^2$)															
Demanda energética	Calefacción	5465.6	4087.3	3443.2	1730.8	995.3	79.9	2.5	0.6	1.6	102.1	1788.2	4536.9	22234.1	13.2
	Refrigeración	24.4	122.7	104.9	116.3	902.1	2469.6	5484.5	6226.9	3950.6	2095.0	399.2	28.3	21924.4	13.0
	ACS	2658.3	2353.6	2553.3	2406.8	2382.1	2203.8	2172.5	2172.5	2153.4	2396.0	2471.0	2605.8	28529.0	16.9
	TOTAL	8148.2	6563.5	6101.4	4254.0	4279.6	4753.3	7659.4	8400.0	6105.7	4593.0	4658.3	7171.0	72687.5	43.0
Medioambiente	Calefacción	3430.7	2533.0	2056.5	957.9	504.6	20.1	3.6	2.9	2.4	13.3	954.5	2801.7	13281.1	7.9

		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/m²·año)	
Electricidad	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	1973.0	1746.9	1895.1	1786.4	1768.1	1635.7	1612.4	1563.2	1598.3	1778.3	1834.0	1934.1	21125.3	12.5
	Calefacción	1225.2	904.6	734.5	342.1	180.2	7.2	1.3	1.0	0.8	4.7	340.9	1000.6	4743.2	2.8
	Refrigeración	6.2	28.9	25.8	30.6	224.5	587.1	1268.6	1429.1	902.6	481.5	90.9	7.7	5083.5	3.0
	ACS	685.3	606.7	658.2	620.5	614.1	568.1	560.0	609.3	555.1	617.7	637.0	671.8	7403.7	4.4
	Ventilación	1938.8	1722.3	1936.3	1794.5	1938.8	1864.1	1866.6	1938.8	1791.9	1938.8	1866.6	1864.1	22461.7	13.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	2019.5	1796.1	2013.3	1878.9	2019.5	1938.8	1953.4	2019.5	1872.7	2019.5	1945.0	1947.1	23423.3	13.9
	Cef, total	11278.7	9338.4	9319.7	7410.7	7249.8	6621.1	7265.9	7563.9	6723.8	6853.8	7669.0	10227.0	97521.9	57.7

Tabla 21. CONSUMO DE ENERGÍA EN EL PUNTO DE CONSUMO

donde:

S_{u} : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m^2 .

$C_{ef, total}$: Consumo de energía en el punto de consumo (energía final), $kWh/m^2 \cdot año$.

4.1.7 Energía producida y la aportación de fuentes renovables

En este apartado detallamos el balance energético anual del edificio, desglosando el uso de energía final y primaria (tanto total como no renovable) para cada servicio técnico. Para los sistemas de climatización, el cálculo integra la producción de frío y calor junto al consumo eléctrico de los equipos auxiliares, ofreciendo así una visión real del gasto operativo.

Para mitigar este impacto, el edificio cuenta con una instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo que produce in situ un total de 35275,8 kWh/año. Esta generación más adelante se vuelca directamente al consumo eléctrico del inmueble, reduciendo drásticamente la dependencia de la red externa utilizando la herramienta PVGIS.

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)
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Renovable	2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8
TOTAL		2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8

Tabla 22. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En la tabla que se muestra a continuación, detallamos el consumo de energía final que proviene de fuentes renovables no fósiles dentro del edificio.

Este desglose incluye la biomasa utilizada, la electricidad autogenerada mediante sistemas renovables propios y la energía térmica que se capta directamente del entorno, permitiendo así una visión clara del grado de autosuficiencia y sostenibilidad de los servicios técnicos proyectados.

	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)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8	20.9
Medioambiente	5403.7	4279.9	3951.6	2744.2	2272.7	1655.8	1616.0	1566.1	1600.6	1791.6	2788.5	4735.7	34406.4	20.4
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 23. ENERGÍA FINAL DE FUENTES RENOVABLES

($S_u = 1689.57 \text{ m}^2$)

4.1.8 Descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los servicios técnicos

La estrategia energética del edificio se basa en la electrificación de la demanda mediante sistemas de alta eficiencia. Para cubrir las necesidades de climatización y producción de ACS, se ha optado por tecnología de aerotermia, eliminando el uso de combustibles fósiles in situ. Este sistema se complementa con una ventilación con recuperación de calor.

- **Climatización.**

Para la climatización del edificio se selecciona la enfriadora modular **Inverter R32 Haier SUPERCLIMA, modelo CA0100HANH**, como sistema central de producción térmica. Este equipo permite atender tanto la demanda de refrigeración como la de calefacción mediante una solución aire-agua de alta eficiencia, adecuada para edificios del sector terciario. Según la ficha técnica del fabricante, ofrece una capacidad de 110 kW en refrigeración y 110 kW en calefacción, con un EER de 3,24 y un COP de 5,00, respectivamente.

Además, presenta unos valores de eficiencia estacional de SEER 4,88 y SCOP 4,85 a 35 °C, lo que pone de manifiesto su buen comportamiento energético a lo largo del año. Asimismo, el uso de refrigerante R32

contribuye a reducir el impacto ambiental de la instalación en comparación con otros refrigerantes de mayor potencial de calentamiento global.

En conjunto, esta solución permite disponer de un sistema de climatización centralizado, eficiente y adecuado para las necesidades del edificio, garantizando unas prestaciones energéticas acordes con los criterios de ahorro y sostenibilidad considerados en el proyecto.

- **Generación de ACS y Gestión de Acumulación.**

Para cubrir la demanda de forma eficiente, el sistema utiliza un aerotermo de 4,00 kW, que es una bomba de calor aire-agua llamada **aroTHERM Split plus 4 de Vaillant**. También cuenta con un depósito de ACS externo de 1.500 litros, que es el **modelo CV-1500-M1B de Lapesa**. Esto permite adaptar la producción y la acumulación de agua caliente sanitaria a la cantidad de personas que vivirán en el edificio.

El generador puede alcanzar un coeficiente de rendimiento de 3,53 para agua caliente sanitaria en un clima moderado. El depósito tiene una capacidad de 1.500 litros y una superficie de intercambio de 3,4 metros cuadrados. En los cálculos, se establece una temperatura objetivo de 60 grados centígrados y un coeficiente de pérdidas de 2,03 W/K. Esto ayuda a representar de forma realista cómo funciona el sistema de acumulación de calor.

- **Ventilación y recuperador de calor.**

La calidad del aire interior se garantiza mediante un sistema de ventilación mecánica con recuperadores de calor de la gama Siber, adaptados a las necesidades de cada zona según su caudal:

- o Zonas comunes con 8 horas de funcionamiento: Se utilizan unidades **Siberduo HE 6000**, con eficiencia sensibles del 73,30% y potencia específica de 1436 W/(m³/s).
- o Zonas comunes con 12 horas de funcionamiento: Se utilizan unidades **Siberduo HE 2000**, con eficiencia sensibles del 73,30% y potencia específica de 701 W/(m³/s).

- o Salón de actos: Se utilizan unidades **Siberduo HE 8000**, con eficiencia sensible del 77,7,% y potencia específica de 943 W/(m³/s).

4.1.9 Rendimientos considerados en los diferentes equipos

A continuación, se exponen los valores correspondientes al consumo de energía final (EF) junto con el rendimiento estacional de los sistemas de generación destinados a cubrir las demandas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS), derivados de la modelización térmica del inmueble. Cabe precisar que el rendimiento estacional se define como el cociente entre la energía térmica suministrada por el equipo y su consumo energético integral durante el periodo considerado.

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	4052.28	3.80
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	527.50	3.80
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	988.17	3.80
Generadores de refrigeración				
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	2265.50	4.82
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	2515.28	4.82
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	440.36	4.82
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Aerotermo Genérico	Electricidad	7403.74	3.53

Tabla 24. ENERGÍA FINAL Y RENDIMIENTO ESTACIONAL DE SISTEMAS DE GENERACIÓN

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4.1.10 Factores de conversión de energía final a energía primaria

Para la determinación de los factores de conversión de energía final a primaria, distinguiendo entre fuentes renovables y no renovables, se han adoptado los coeficientes estipulados en el Documento Reconocido del RITE: **Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria**. Dichos valores se encuentran en plena consonancia con lo prescrito en el

apartado 4.1.5 del documento DB HE0 del Código Técnico de la Edificación (CTE). El procesamiento de estos datos y el cálculo resultante se han efectuado mediante el software **CteEPBD**, garantizando así la trazabilidad con los estándares oficiales vigentes.

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

Tabla 25. FACTOR DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A ENERGÍA PRIMARIA

donde:

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

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

4.1.11 Consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio y el valor límite aplicable ($C_{ep,nren,lim}$)

Los resultados obtenidos arrojan un indicador de consumo de energía primaria no renovable de 32,20 kWh/m²·año. Al contrastar esta magnitud con el límite máximo admisible de 77,92 kWh/m²·año, se evidencia una optimización del desempeño energético del edificio, logrando una reducción del margen prestacional respecto a la normativa aplicable.

$$C_{ep,nren} = 32.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \quad \text{y} \quad C_{ep,nren,lim} = 50 + 8 \cdot C_{FI} = 77.92 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

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), 4.96 W/m².

Dando cumplimiento a las directrices establecidas en el **Anejo A del CTE DB HE**, se ha procedido a la estimación de la carga interna media para los espacios habitables del inmueble. El desglose de los valores computados,

derivados de los perfiles de uso y densidades de fuentes internas, se presenta en el siguiente epígrafe:

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Z - 8 horas	1040.33	2.6
Z - 12 horas	456.16	4.7
Z- Salón de actos	193.08	5.5
	1689.57	3.5

Tabla 26. CFI MEDIO CALCULADO

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

4.1.12 Consumo de energía primaria total y valor límite aplicable

La evaluación del consumo de energía primaria total arroja una ratio de 80,26 kWh/m²·año, magnitud que se sitúa significativamente por debajo del umbral de referencia de 181,41 kWh/m²·año. Esta diferencia sustancial entre el consumo proyectado y el límite normativo evidencia la eficacia de las medidas pasivas y activas implementadas en el diseño del edificio.

$$C_{ep,tot} = 80.26 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \quad \text{y} \quad C_{ep,tot,lim} = 150 + 9 \cdot C_{FI} = 181.41 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$

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), 4.96 W/m².

4.1.13 Número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable

La evaluación de la respuesta térmica del sistema arroja un indicador de horas fuera de consigna de 0 h/año. Al contrastar esta cifra con el límite normativo de 141,82 h/año, se verifica la idoneidad del dimensionado de las

instalaciones y la eficacia de la envolvente para mitigar las fluctuaciones de temperatura interna respecto a los consignados establecidos.

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 141.92 \text{ h/año}$$

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.



4.2 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE1

En este apartado se realiza la justificación del CTE BD-HE1, tal y como se indica.

4.2.1 Localidad y zona climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de Elx/Elche (provincia de Alicante), con una altura sobre el nivel del mar de 82.000 m. Le corresponde, conforme al documento reconocido **CTE-DR/056/22**, la zona climática B3.

4.2.2 Agrupaciones de recintos

Seguidamente, se procede a la caracterización técnica de la envolvente térmica del inmueble, desglosando las propiedades de cada una de las zonas integradas en el modelo. En este sentido, se destaca una compacidad de **1,8**, parámetro que define la relación entre el volumen habitable y la superficie de intercambio térmico, condicionando significativamente la demanda energética final.

	S (m ²)	V (m ³)	V_{inf} (m ³)	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	n₅₀ (h ⁻¹)	q_{sol,jul} (kWh/m ² /mes)	V/A (m ³ /m ²)
Z - 8 horas	1040.33	4291.40	4054.05	556.85	4.143	-	-
Z - 12 horas	456.16	2047.20	1872.65	217.68	3.608	-	-
Zona no habitable	--	408.97	404.74	0	1.974	-	-
Z- Salón de actos	193.08	596.63	579.25	57.11	5.769	-	-
Envolvente térmica	1689.57	7344.19	6910.68	831.65	4.0	0.49	1.8

Tabla 27. ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

donde:

S: Superficie útil interior, m².

V: Volumen interior, m³.

V_{inf}: 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.

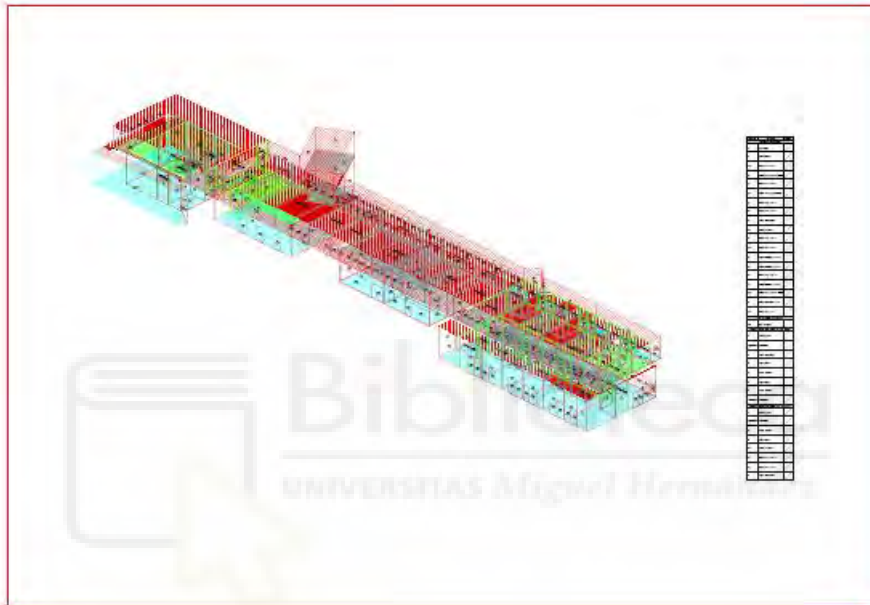
n₅₀: Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

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

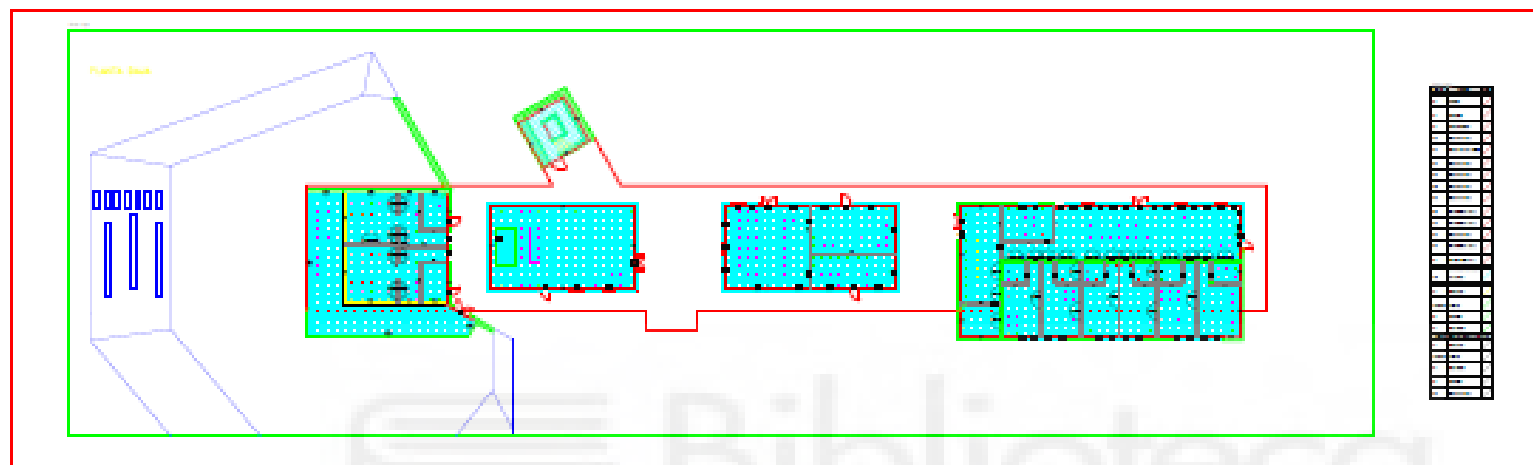
V/A: *Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m^3/m^2 .*

4.2.3 Esquema geométrico de la envolvente térmica

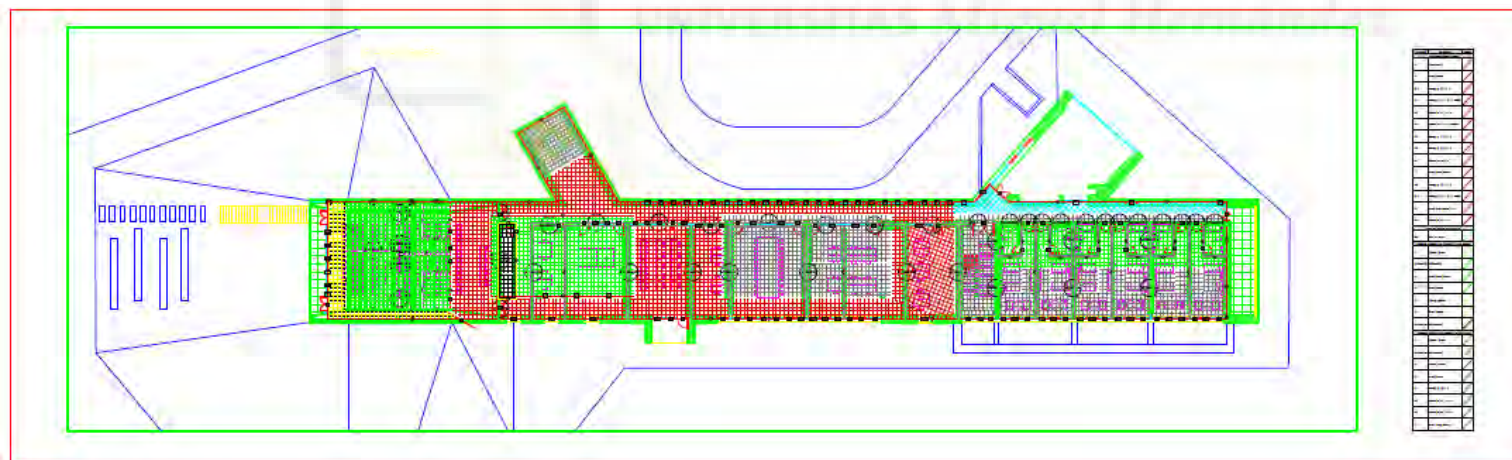
En las siguientes imágenes se puede ver los esquemas de la envolvente térmica del edificio:



Plano 6. ESQUEMA 3D DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA



Plano 7. ESQUEMA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA EN LA PLANTA BAJA



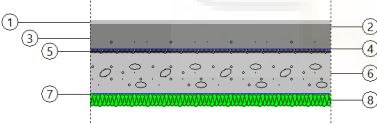
Plano 8. ESQUEMA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA PRIMERA PLANTA

4.2.4. Elementos que componen la envolvente térmica

En cuanto a la eficiencia del cerramiento global, se ha obtenido un coeficiente de transmitancia (K) de 0,68 W/m²·K, cumpliendo así con el estándar de 0,80 W/m²·K definido por la normativa vigente. Es reseñable que la totalidad de los elementos analizados presenta un desempeño térmico superior a las exigencias de la Tabla 3.1.1 del CTE HE1, garantizando la uniformidad del aislamiento en todo el volumen.

Las capas y materiales que conforman estos elementos se detallan a continuación:

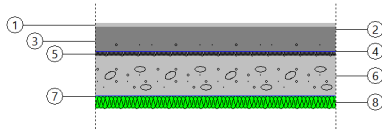
Tabla 28. TRANSMITANCIA TÉRMICA ELEMENTOS DE LA ENVOLVENTE

Solera		Superficie total 766.63 m²
Solera		
	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-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.00 cm
	6 - Hormigón armado d > 2500	10.00 cm
	7 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
	8 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	3.00 cm
Características	Transmitancia térmica, U: 0.14 W/(m²·K) Espesor total 21.20 cm Longitud característica, B¹: 28.843 m Resistencia térmica del forjado, Rf: 1.41 (m²·K)/W Superficie del forjado, A: 4421.14 m² Perímetro del forjado, P: 306.569 m Conductividad térmica, λ: 2.000 W/(m·K)	

SoleraSuperficie total 30.10 m²

Solera

Listado de capas:

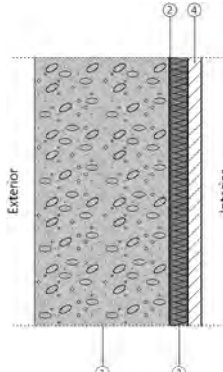
	1 - Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00 cm
	2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00 cm
	3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00 cm
	4 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
	5 - EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.00 cm
	6 - Hormigón armado d > 2500	10.00 cm
	7 - Polietileno baja densidad [LDPE]	0.10 cm
	8 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	3.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.12 W/(m²·K)
 Espesor total 21.20 cm
 Longitud característica, B': 28.843 m
 Resistencia térmica del forjado, R_f: 1.41 (m²·K)/W
 Superficie del forjado, A: 4421.14 m²
 Perímetro del forjado, P: 306.569 m
 Conductividad térmica, λ: 2.000 W/(m·K)

Muro de sótanoSuperficie total 64.34 m²

Muro de sótano

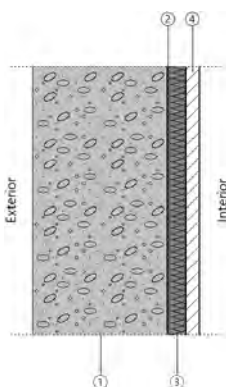
	Listado de capas:	
	1 - Hormigón armado d > 2500	30.00 cm
	2 - Betún fieltro o lámina	0.10 cm
	3 - TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	4.00 cm
	4 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	3.00 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.33 W/(m²·K)
 Espesor total 37.10 cm

Muro de sótanoSuperficie total 142.50 m²

Muro de sótano



Listado de capas:

1 - Hormigón armado $d > 2500$	30.00 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.10 cm
3 - TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	4.00 cm
4 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	3.00 cm

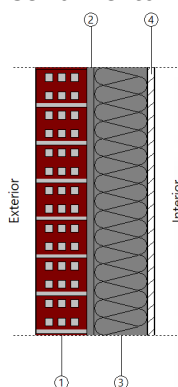
Características

Transmitancia térmica, U : 0.34 W/(m²·K)

Espesor total 37.10 cm

CerramientoSuperficie total 1240.27 m²

Cerramiento



Listado de capas:

1 - 1/2 pie LP métrico o catalán $60 \text{ mm} < G < 80 \text{ mm}$	11.50 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$	1.50 cm
3 - EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	12.00 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$	1.50 cm

Características Transmitancia térmica, U : 0.24 W/(m²·K)

Espesor total 26.50 cm

Puerta exterior

Puerta exterior

Características

Transmitancia térmica, U : 0.80 W/(m²·K)Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)**Puerta doble exterior**

Puerta doble exterior

Características

Transmitancia térmica, U : 0.80 W/(m²·K)Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)**Puerta doble exterior 1.9 m**

Puerta doble exterior 1.9 m

Características Transmitancia térmica, U : $0.80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

Ventana de 1 x 2.2 m

Ventana de 1 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Factor solar, g : 0.610
Fracción opaca, F_f : 0.150
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible

Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible

Características Transmitancia térmica, U : $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Factor solar, g : 0.610
Fracción opaca, F_f : 0.150
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.1 x 2.2 m

Ventana de 1.1 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Factor solar, g : 0.610
Fracción opaca, F_f : 0.150
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible

Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible

Características Transmitancia térmica, U : $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Factor solar, g : 0.610
Fracción opaca, F_f : 0.150
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.4 x 2.2 m

Ventana de 1.4 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : $1.52 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Factor solar, g : 0.610
Fracción opaca, F_f : 0.150
Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 0.9 x 2.2 m

Ventana de 0.9 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.610

Fracción opaca, F_f : 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 2x2.2 m

Ventana de 2x2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.610

Fracción opaca, F_f : 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.2 x 2.2 m

Ventana de 1.2 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.610

Fracción opaca, F_f : 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 0.6 x 2.2 m

Ventana de 0.6 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.610

Fracción opaca, F_f : 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana traslucida 3 x 2.2 m

Ventana traslucida 3 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g : 0.610

Fracción opaca, F_f : 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana traslucida 6 x 2.2 m

Ventana traslucida 6 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U : 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.5 x 2.2 m

Ventana de 1.5 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana traslucida 4 x 2.2 m

Ventana traslucida 4 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible

Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Ventana de 0.4 x 1 m

Ventana de 0.4 x 1 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05

Cubierta no transitableSuperficie total 1044.45 m²

Cubierta no transitable

Listado de capas:	
1 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.30 cm
3 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	10.00 cm
4 - Acero Inoxidable	0.70 cm

Características

 Transmitancia térmica, U: 0.30 W/(m²·K)
 Espesor total 11.40 cm
Cubierta transitableSuperficie total 72.29 m²

Cubierta transitable

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 1000 < d < 1250	5.00 cm
4 - Betún fieltro o lámina	0.40 cm
5 - EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	8.00 cm
6 - Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00 cm
7 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.00 cm

Características

 Transmitancia térmica, U: 0.31 W/(m²·K)
 Espesor total 49.40 cm
Forjado entre pisos voladizoSuperficie total 308.92 m²

Forjado entre pisos voladizo

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-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.00 cm
6 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.00 cm
7 - EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	6.00 cm
8 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

Espesor total 45.60 cm

La caracterización de las ventanas tiene la estrategia de captación y control térmico en los espacios habitables se basa en el uso de vidrios dobles con tratamiento de baja emisividad. El modelo elegido, **PLANITHERM XN**, presenta una transmitancia de $1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y un factor solar de 0,61, valores que garantizan un comportamiento eficiente frente a las demandas de calefacción y refrigeración. La solución constructiva, que incluye una cámara de aire de 16 mm y vidrios de espesores diferenciados (6 y 4 mm), no solo optimiza el aislamiento térmico, sino que también aporta un índice de aislamiento a ruido aéreo de 35 dB (Rw).

Con una estanqueidad certificada de clase 3, el sistema garantiza que las pérdidas energéticas y las infiltraciones ($9 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) se mantengan dentro de los límites estrictos del CTE.

Por último, hay que añadir que las zonas no habitables se encuentran dentro de la envolvente térmica.

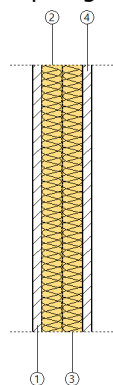
4.2.4 Sistema de compartimentación

El sistema de compartimentación del edificio se ha diseñado bajo criterios de optimización térmica y estanqueidad, garantizando la continuidad de la envolvente.

Tabla 29. TRANSMITANCIA TÉRMICA DE PARTICIONES INTERIORES

Tabique grueso Superficie total 143.99 m²

Tabique grueso



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4.60 cm
3 - URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4.60 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

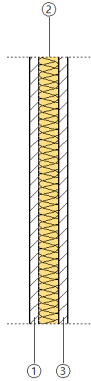
Características Transmitancia térmica, U: $0.33 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Espesor total 13.20 cm

MEDIANERA

Superficie total 853.53 m²

MEDIANERA



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4.60 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

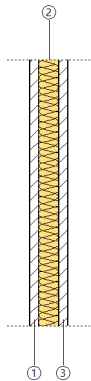
Características Transmitancia térmica, U: 0.58 W/(m²·K)

Espesor total 8.60 cm

Tabique estrecho

Superficie total 614.29 m²

Tabique estrecho



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm
2 - URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4.60 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0.58 W/(m²·K)

Espesor total 8.60 cm

Puerta interior

Puerta interior

Características Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m²·K)
Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

Puerta doble interior

Puerta doble interior

Características Transmitancia térmica, U: 0.80 W/(m²·K)
Absortividad, α_s : 0.600 (color intermedio)

Ventana de 2x2.2 m

Ventana de 2x2.2 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05**Ventana de 1.1 x 2.2 m**

Ventana de 1.1 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05**Ventana de 0.9 x 2.2 m**

Ventana de 0.9 x 2.2 m

Características Transmitancia térmica, U: 1.52 W/(m²·K)

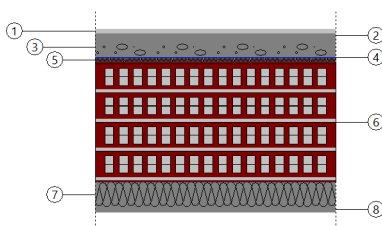
Factor solar, g: 0.610

Fracción opaca, Ff: 0.150

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0.05**Forjado entre pisos**Superficie total 605.84 m²

Forjado entre pisos

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-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.00 cm
	6 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.00 cm
	7 - EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	6.00 cm
	8 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0.35 W/(m²·K)

Espesor total 45.60 cm

4.2.5 Características técnicas mínimas de los productos

Con el fin de garantizar la integridad estructural y la durabilidad del proyecto, los productos empleados deberán ajustarse estrictamente a las especificaciones detalladas en el cuadro técnico adjunto. No se admitirán materiales que no alcancen los estándares de rendimiento aquí descritos.

Tabla 30. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DE LOS COMPONENTES

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm	11.5 0	1020.0 0	0.583	0.2 0	1000.0 0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.50	1125.0 0	0.550	0.0 3	1000.0 0
EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	12.0 0	12.60	0.032	3.7 5	1200.0 0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.50	825.00	0.250	0.0 6	1000.0 0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2.00	825.00	0.250	0.0 8	1000.0 0
URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4.60	17.50	0.035	1.3 1	1030.0 0
Hormigón armado d > 2500	30.0 0	2600.0 0	2.500	0.1 2	1000.0 0
Betún fieltro o lámina	0.10	1100.0 0	0.230	0.0 0	1000.0 0
TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	4.00	12.60	0.032	1.2 5	1200.0 0
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	3.00	1150.0 0	0.570	0.0 5	1000.0 0
Betún fieltro o lámina	0.40	1100.0 0	0.230	0.0 2	1000.0 0
Betún fieltro o lámina	0.30	1100.0 0	0.230	0.0 1	1000.0 0
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	10.0 0	30.00	0.032	3.1 3	1200.0 0
Acero Inoxidable	0.70	7900.0 0	17.00 0	0.0 0	460.00
Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.00	2350.0 0	1.900	0.0 1	1000.0 0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.00	1125.0 0	0.550	0.0 2	1000.0 0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.00	1125.0 0	0.550	0.0 9	1000.0 0
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	8.00	30.00	0.032	2.5 0	1200.0 0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.00	1000.0 0	0.410	0.1 0	1000.0 0
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0 0	1110.0 0	0.846	0.3 5	1000.0 0

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.00	1350.00	0.700	0.07	1000.00
Poliétileno baja densidad [LDPE]	0.10	920.00	0.330	0.00	2200.00
EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.00	18.00	0.030	0.33	1200.00
EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	6.00	12.60	0.032	1.88	1200.00
Hormigón armado d > 2500	10.00	2600.00	2.500	0.04	1000.00
EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	3.00	30.00	0.032	0.94	1200.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm		RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W	
ρ	Densidad kg/m ³		Cp	Calor específico J/(kg·K)	
λ	Conductividad térmica W/(m·K)				

4.2.6 Control solar de la envolvente térmica

$$q_{sol,jul} = 0.49 \text{ kWh/m}^2 \text{ } \& \text{ } q_{sol,jul_lim} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$

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.

4.2.7 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

Ç

La permeabilidad al aire de la envolvente térmica se ha dimensionado para no superar los límites establecidos en la normativa vigente. El valor de cálculo resultante es:

$$n_{50} = 4.00762 \text{ h}^{-1}$$

donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

4.2.8 Limitación de descompensaciones

La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1.

4.2.9 Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

La envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Se adjunta el Anexo 16, justificando el cálculo de condensaciones.



4.3 Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS

Para el dimensionamiento de la instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS) es imprescindible partir de una estimación adecuada de la demanda diaria, considerando tanto la ocupación del edificio como los consumos unitarios asociados a cada tipo de uso. En este caso, se han diferenciado tres zonas funcionales claramente definidas: dormitorios, aulas o salas y oficinas o despachos, dejando fuera de este análisis el salón de actos.

En primer lugar, en la zona de dormitorios se considera una ocupación de 24 personas. Este uso presenta un consumo más elevado que el resto, debido principalmente a la existencia de duchas y a una mayor intensidad en la utilización de agua caliente. Por ello, se adopta un consumo unitario de 41 litros por persona y día, lo que da lugar a una demanda parcial de 984 L/día.

En segundo lugar, para las aulas o salas, con una ocupación de 88 personas, el consumo unitario es considerablemente menor, dado que el uso de ACS en este tipo de espacios es más puntual y limitado. En este caso, se adopta un valor de 4 litros por persona y día, obteniéndose una demanda de 352 L/día.

Por último, en el caso de las oficinas o despachos, donde la ocupación es de 26 personas, el consumo es aún más reducido, al restringirse prácticamente a usos esporádicos en lavabos. Para esta zona se considera un consumo de 2 litros por persona y día, lo que supone una demanda de 52 L/día.

La suma de todas estas contribuciones parciales permite determinar una demanda total diaria de ACS de 1.388 litros por día, valor que constituye la base para el posterior dimensionamiento del sistema de acumulación.

A partir de esta demanda, se selecciona un acumulador con una capacidad de 1.500 litros, adoptándose el **modelo CV-1500-M1B de la gama Coral Vitro de Lapesa**, destinado a la producción y acumulación de ACS mediante serpentín interno. De acuerdo con la ficha técnica del fabricante, este equipo presenta una capacidad nominal de 1.500 litros, una temperatura máxima de servicio de 90 °C, una presión máxima de 8 bar y una superficie de intercambio térmico de 3,4 m². Asimismo, sus dimensiones exteriores son de 1.160 mm de diámetro y 2.320 mm de altura, con un peso en vacío aproximado de 415 kg. El fabricante indica igualmente unas pérdidas estáticas de 169 W, valor coherente con el coeficiente global de pérdidas térmicas adoptado en el modelo de cálculo, correspondiente a $UA = 2,03 \text{ W/K}$, para una temperatura media de acumulación de 60 °C y una temperatura ambiente de 20 °C.

Por otro lado, para la generación de energía destinada a la producción de ACS se emplea una bomba de calor aire-agua por aerotermia, concretamente un equipo de la gama **aroTHERM Split plus 4 de Vaillant**, con una potencia nominal de 4,00 kW. Este sistema utiliza electricidad como vector energético y, según la documentación técnica del fabricante, alcanza un valor de COP para ACS de 3,53, determinado conforme a la norma **UNE-EN 16147**. Esta elección permite cubrir la demanda de ACS mediante una solución de alta eficiencia energética, especialmente adecuada para instalaciones de baja temperatura y compatible con el acumulador seleccionado.

En conjunto, la combinación entre el sistema de generación por aerotermia y el depósito acumulador de 1.500 litros permite disponer de una solución técnicamente adecuada para la demanda prevista del edificio, garantizando tanto la cobertura del servicio como un funcionamiento energéticamente eficiente. La integración de ambos equipos en el modelo energético contribuye, además, a representar de forma más realista el comportamiento de la instalación y a mejorar la fiabilidad del proceso de justificación energética del edificio.

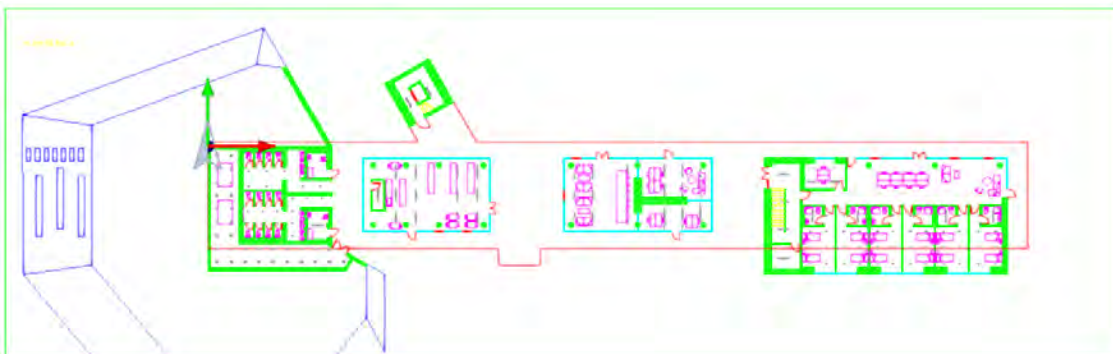
4.4 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE3

El diseño de la instalación de iluminación para el edificio de uso terciario y residencial en Elche ha sido validado mediante el software **Cypelux CTE v2026.d**, garantizando el cumplimiento estricto del Código Técnico de la Edificación y la norma UNE-EN 12464-1.1.

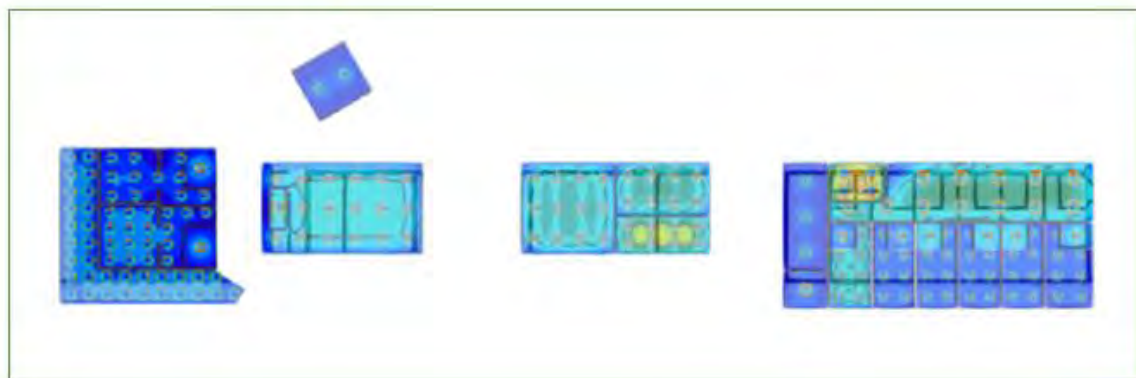
La instalación destaca por un uso altamente eficiente de la tecnología LED, arrojando los siguientes indicadores generales:

- Superficie Iluminada Total: 1.776,49 m².
- Potencia Total Instalada: 8.196,80 W.
- Densidad de Potencia Media: 4,61 W/m. Este valor se sitúa muy por debajo del límite de 10,00 W/m² establecido por la normativa para este tipo de uso.2.

La adopción de tecnología LED de alta eficiencia permite que el proyecto no solo cumpla con los estándares de confort visual (manteniendo un Índice de Rendimiento de Color Ra mayor de 80 en todas las áreas), sino que reduce el impacto energético del edificio. Los datos demuestran que la instalación opera a menos de la mitad de la potencia máxima permitida por el CTE-DB HE3, optimizando así el balance térmico y el consumo eléctrico global. Posteriormente se anexarán los documentos obtenidos del *software*.



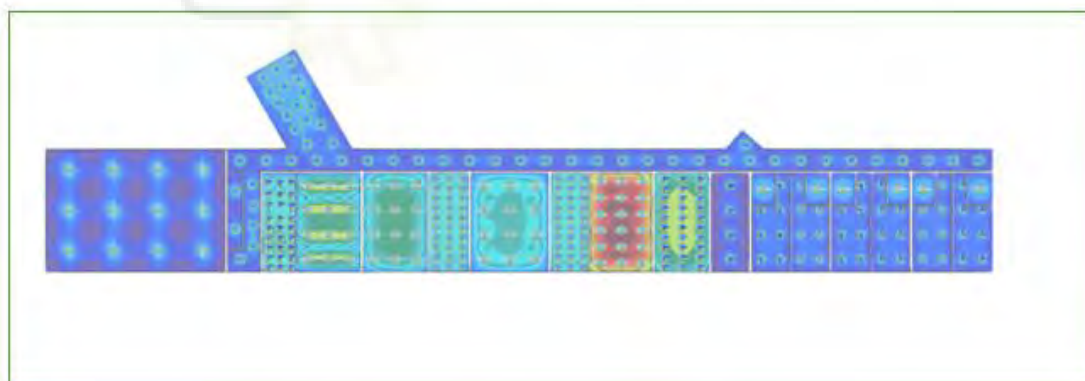
Plano 9. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EN LA PLANTA BAJA



Plano 10. RESULTADOS DE ISOVALORES DE PLANTA BAJA



Plano 11. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EN LA PRIMERA PLANTA



Plano 12. RESULTADOS ISOVALORES DE PRIMERA PLANTA

4.5 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE4

El Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE4, establece que los edificios de nueva construcción que presentan una demanda de agua caliente sanitaria comprendida entre 100 y 5.000 litros diarios debe garantizar que, como mínimo, un 60 % de dicha demanda se cubra mediante energía procedente de fuentes renovables. Este requisito responde a la necesidad de promover la eficiencia energética y reducir la dependencia de energías convencionales, contribuyendo a la sostenibilidad de las instalaciones y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En el caso de nuestra residencia objeto de este estudio, la demanda diaria de agua caliente sanitaria se ha calculado en 1.388 litros por día, valor que se encuentra claramente dentro del rango de aplicación de esta exigencia. Para satisfacer la normativa, se ha proyectado una instalación compuesta por trece y tres paneles solares fotovoltaicos de 650 W de **marca Hi- mo y modelo LR7-72HVH** cada uno (21, 45 Kwp totales), que proporcionan energía eléctrica destinada al calentamiento del agua. Esta electricidad alimenta tanto los acumuladores eléctricos como posibles sistemas de alta eficiencia, incluyendo bombas de calor, garantizando que el proceso de producción de ACS se realiza utilizando energía renovable.

La cuantificación de la producción de energía se ha realizado mediante la herramienta **Photovoltaic Geographical Information System** (PVGIS), que permite obtener estimaciones fiables de la generación eléctrica mensual y anual según las condiciones climáticas locales, la radiación solar disponible y las características técnicas de la instalación. Para ello, se han introducido los parámetros fundamentales del sistema, incluyendo la potencia total instalada, la orientación y la inclinación optimizadas de los paneles, así como las pérdidas estimadas del sistema (aproximadamente 14 %). Esta simulación permite determinar con precisión la energía eléctrica efectiva que estará disponible para alimentar la producción de ACS durante todo el año.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se confirma que la instalación fotovoltaica proyectada es capaz de cubrir, de manera acumulada anual, al menos el 60 % de la energía requerida para calentar el agua hasta la temperatura de uso. Este análisis garantiza que la cobertura renovable exigida por el **HE4** se cumple, asegurando no solo el cumplimiento normativo, sino también la mejora de la eficiencia energética global del edificio, la reducción de costes operativos y la contribución al aprovechamiento óptimo de recursos renovables disponibles en la ubicación.

4.6 Justificación del cumplimiento del CTE DB-HE5

El Documento Básico HE5 del CTE establece que los edificios de nueva construcción con superficie superior a 1.000 m² deben cubrir una fracción de su consumo eléctrico mediante energía procedente de fuentes renovables. Este requisito es de especial relevancia en edificaciones no residenciales de gran superficie, edificios administrativos o residencias como es el caso, en los que la demanda energética es significativa y el uso de energía renovable contribuye directamente a la reducción del impacto ambiental y al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética establecidos por la normativa española.

En el presente proyecto, la residencia cuenta con una superficie total de 2142,42 m², superando ampliamente el umbral establecido. Para dar cumplimiento a la exigencia del HE5, se ha proyectado la instalación de un sistema fotovoltaico sobre la cubierta del edificio, aprovechando la totalidad del espacio disponible y asegurando la integración arquitectónica y funcional del sistema.

La potencia mínima necesaria para cumplir con el HE5 se calcula a partir de un factor de producción eléctrica específico para edificios de uso no residencial ($F_{pr;el} = 0,010 \text{ kW/m}^2$), lo que permite determinar que una

instalación de 21,45 kW es suficiente, para cubrir la demanda mínima exigida.

Dicha potencia mínima se obtiene de estas dos potencias

$$P_1 = F_{pr;el} \cdot S = 0,01 \frac{KW}{m^2} \cdot 2142,42 m^2 = 21,42 KW$$

$$P_2 = 0,1 \cdot (0,5 \cdot S_c - S_{oc}) = 0,1 \cdot (0,5 \cdot 1190,1 \cdot m^2 - 0 m^2) = 59,51 KW$$

$F_{pr;el}$: el factor de producción eléctrica.

S : superficie construida del edificio.

S_c : superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación.

S_{oc} : superficie de cubierta no transitable o accesible únicamente para conservación ocupada por captadores solares térmicos.

Este cálculo demuestra que la superficie de cubierta disponible no constituye un factor limitante para la instalación, ya que nuestra potencia es de **21,45 kw pico** permitiendo incluso la posibilidad de ampliar la potencia en caso de futuras necesidades energéticas o ampliaciones del edificio.

La estimación de la producción eléctrica anual y mensual se ha realizado nuevamente mediante PVGIS, considerando la ubicación geográfica del edificio, la inclinación y orientación óptima de los paneles, así como las pérdidas del sistema.

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2545.8	150.1	248.1
Febrero	2484.3	148.7	231.5
Marzo	2985.9	182.7	324.3
Abril	3080.0	192.2	233.9
Mayo	3329.7	211.8	226.9
Junio	3280.3	212.8	102.0
Julio	3399.3	223.2	85.4
Agosto	3338.1	218.3	103.8
Septiembre	2950.8	189.6	162.5
Octubre	2770.3	173.3	210.2
Noviembre	2363.5	142.5	220.1
Diciembre	2347.8	138.3	196.6

Tabla 31. ENERGÍA FV Y RADIACIÓN SOLAR MENSUAL

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

Los resultados obtenidos indican que la instalación será capaz de generar energía suficiente para cubrir una fracción significativa de la demanda eléctrica de nuestro local, garantizando el cumplimiento de la normativa. Este análisis no solo considera la generación eléctrica sino también la proporción de la demanda cubierta, asegurando que la energía renovable disponible se emplee de manera eficiente y cumpla los objetivos del HE5.

Cabe destacar que la instalación fotovoltaica contribuye no solo al cumplimiento normativo, sino también a la optimización del consumo energético del edificio, reduciendo la dependencia de fuentes convencionales y promoviendo un funcionamiento más sostenible y económico. La integración de sistemas renovables en el diseño del edificio asegura una planificación energética acorde con los estándares actuales de eficiencia, sostenibilidad y resiliencia, alineándose con los objetivos estratégicos del CTE.

PROPUESTA DE MEJORAS

En este apartado se va a realizar un estudio de diversas mejoras de ahorro energético (MAEs) que se puede aplicar a nuestro edificio, para ello vamos a utilizar el software CYPETHERM HE Plus v2026c, en el apartado de certificación energética donde vamos a realizar un pequeño estudio económico para ver la viabilidad y retorno de la inversión de lo misma, para ello se utilizará el método de cálculo del Valor Actual Neto (VAN), con las siguientes características:

- Incremento anual de la energía: 5%
- Tasa de descuento: 2%
- Inflación prevista: 5%
- Tipo de interés nominal: 2%
- Periodo de estudio: 25 años

En cuanto al precio de la energía, según precios buscado de media del último año en España con impuestos incluido se ha tomado:

- Energía eléctrica de red: 0,25 €/kWh
- Gas natural: 0,16 €/kWh
- Gasóleo: 0,12 €/kWh
- GLP: 0,15 €/kWh
- Carbón: 0,05 €/kWh
- Biomasa sólida: 0,08 €/kWh
- Biomasa: 0,12 €/kWh

A continuación, se realiza un resumen de las diversas MAEs propuestas, aunque se puede ver con más detalle en el Anexo de *“Estudio de medidas de mejoras”*.

Por otro lado, en las siguientes tablas se realiza un resumen energético de cada una de las MAEs en comparación con el estado inicial.



		Estado inicial	MAE 1	% Red.	MAE 2	% Red.	MAE 3	% Red.	MAE 4	% Red.
Bloque	Indicador	Valor inicial	Ampliación fotovoltaica	% reducción	Fotovoltaica + VRF	% reducción	Fotovoltaica + VRF + recuperador	% reducción	Fotovoltaica + VRF + recuperador + envolvente	% reducción
Indicadores generales	Demanda calefacción	13,16 kWh/m ² ·año	13,16 kWh/m ² ·año	0,00%	13,16 kWh/m ² ·año	0,00%	12,90 kWh/m ² ·año	1,98%	10,83 kWh/m ² ·año	17,71%
Indicadores generales	Demanda refrigeración	12,98 kWh/m ² ·año	12,98 kWh/m ² ·año	0,00%	12,98 kWh/m ² ·año	0,00%	12,96 kWh/m ² ·año	0,15%	12,91 kWh/m ² ·año	0,54%
Indicadores generales	Porcentaje ER de ACS	74,05 %	74,05 %	0,00%	74,05 %	0,00%	74,05 %	0,00%	74,05 %	0,00%
Indicadores generales	Calificación energética	A	A	—	A	—	A	—	A	—
Consumo Energía Final	ACS	16,88 kWh/m ² ·año	16,88 kWh/m ² ·año	0,00%	16,88 kWh/m ² ·año	0,00%	16,88 kWh/m ² ·año	0,00%	16,88 kWh/m ² ·año	0,00%
Consumo Energía Final	Iluminación	13,86 kWh/m ² ·año	13,87 kWh/m ² ·año	-0,07%	13,87 kWh/m ² ·año	-0,07%	13,87 kWh/m ² ·año	-0,07%	13,86 kWh/m ² ·año	0,00%
Consumo Energía Final	Calefacción	10,67 kWh/m ² ·año	10,67 kWh/m ² ·año	0,00%	10,66 kWh/m ² ·año	0,09%	10,68 kWh/m ² ·año	-0,09%	8,72 kWh/m ² ·año	18,28%
Consumo Energía Final	Refrigeración	3,01 kWh/m ² ·año	3,01 kWh/m ² ·año	0,00%	1,53 kWh/m ² ·año	49,17%	1,50 kWh/m ² ·año	50,17%	1,51 kWh/m ² ·año	49,83%
Consumo Energía Final	Ventilación	13,30 kWh/m ² ·año	13,30 kWh/m ² ·año	0,00%	13,30 kWh/m ² ·año	0,00%	11,81 kWh/m ² ·año	11,20%	11,81 kWh/m ² ·año	11,20%
Consumo Energía Final	Total	57,72 kWh/m ² ·año	57,73 kWh/m ² ·año	-0,02%	56,24 kWh/m ² ·año	2,56%	54,74 kWh/m ² ·año	5,16%	52,78 kWh/m ² ·año	8,56%
Consumo Energía Primaria Total	ACS	19,56 kWh/m ² ·año	18,36 kWh/m ² ·año	6,13%	18,14 kWh/m ² ·año	7,26%	17,93 kWh/m ² ·año	8,33%	17,86 kWh/m ² ·año	8,69%
Consumo Energía Primaria Total	Iluminación	22,35 kWh/m ² ·año	18,54 kWh/m ² ·año	17,05%	17,84 kWh/m ² ·año	20,18%	17,18 kWh/m ² ·año	23,13%	16,96 kWh/m ² ·año	24,12%
Consumo Energía Primaria Total	Calefacción	12,38 kWh/m ² ·año	11,62 kWh/m ² ·año	6,14%	11,39 kWh/m ² ·año	8,00%	11,28 kWh/m ² ·año	8,89%	9,19 kWh/m ² ·año	25,77%
Consumo Energía Primaria Total	Refrigeración	4,85 kWh/m ² ·año	4,03 kWh/m ² ·año	16,91%	1,97 kWh/m ² ·año	59,38%	1,87 kWh/m ² ·año	61,44%	1,84 kWh/m ² ·año	62,06%
Consumo Energía Primaria Total	Ventilación	21,43 kWh/m ² ·año	17,78 kWh/m ² ·año	17,03%	17,11 kWh/m ² ·año	20,16%	14,64 kWh/m ² ·año	31,68%	14,46 kWh/m ² ·año	32,52%
Consumo Energía Primaria Total	Total	80,57 kWh/m ² ·año	70,33 kWh/m ² ·año	12,71%	66,45 kWh/m ² ·año	17,53%	62,90 kWh/m ² ·año	21,93%	60,31 kWh/m ² ·año	25,15%
Consumo EP no renovable	ACS	3,83 kWh/m ² ·año	2,11 kWh/m ² ·año	44,91%	1,80 kWh/m ² ·año	53,00%	1,50 kWh/m ² ·año	60,84%	1,40 kWh/m ² ·año	63,45%
Consumo EP no renovable	Iluminación	12,12 kWh/m ² ·año	6,68 kWh/m ² ·año	44,88%	5,68 kWh/m ² ·año	53,14%	4,74 kWh/m ² ·año	60,89%	4,43 kWh/m ² ·año	63,45%
Consumo EP no renovable	Calefacción	2,45 kWh/m ² ·año	1,35 kWh/m ² ·año	44,90%	1,04 kWh/m ² ·año	57,55%	0,87 kWh/m ² ·año	64,49%	0,67 kWh/m ² ·año	72,65%
Consumo EP no renovable	Refrigeración	2,63 kWh/m ² ·año	1,45 kWh/m ² ·año	44,87%	0,63 kWh/m ² ·año	76,05%	0,52 kWh/m ² ·año	80,23%	0,48 kWh/m ² ·año	81,75%
Consumo EP no renovable	Ventilación	11,62 kWh/m ² ·año	6,40 kWh/m ² ·año	44,92%	5,45 kWh/m ² ·año	53,10%	4,04 kWh/m ² ·año	65,23%	3,78 kWh/m ² ·año	67,47%
Consumo EP no renovable	Total	32,65 kWh/m ² ·año	17,99 kWh/m ² ·año	44,90%	14,60 kWh/m ² ·año	55,28%	11,67 kWh/m ² ·año	64,26%	10,76 kWh/m ² ·año	67,04%
Consumo EP renovable	ACS	15,73 kWh/m ² ·año	16,25 kWh/m ² ·año	-3,31%	16,34 kWh/m ² ·año	-3,88%	16,43 kWh/m ² ·año	-4,45%	16,46 kWh/m ² ·año	-4,64%
Consumo EP renovable	Iluminación	10,23 kWh/m ² ·año	11,86 kWh/m ² ·año	-15,93%	12,16 kWh/m ² ·año	-18,87%	12,44 kWh/m ² ·año	-21,60%	12,53 kWh/m ² ·año	-22,48%
Consumo EP renovable	Calefacción	9,93 kWh/m ² ·año	10,27 kWh/m ² ·año	-3,42%	10,35 kWh/m ² ·año	-4,23%	10,41 kWh/m ² ·año	-4,83%	8,52 kWh/m ² ·año	14,20%

		Estado inicial	MAE 1	% Red.	MAE 2	% Red.	MAE 3	% Red.	MAE 4	% Red.
Bloque	Indicador	Valor inicial	Ampliación fotovoltaica	% reducción	Fotovoltaica + VRF	% reducción	Fotovoltaica + VRF + recuperador	% reducción	Fotovoltaica + VRF + recuperador + envolvente	% reducción
Consumo EP renovable	Refrigeración	2,22 kWh/m ² ·año	2,58 kWh/m ² ·año	-16,22%	1,34 kWh/m ² ·año	39,64%	1,35 kWh/m ² ·año	39,19%	1,36 kWh/m ² ·año	38,74%
Consumo EP renovable	Ventilación	9,81 kWh/m ² ·año	11,38 kWh/m ² ·año	-16,00%	11,66 kWh/m ² ·año	-18,86%	10,60 kWh/m ² ·año	-8,05%	10,68 kWh/m ² ·año	-8,87%
Consumo EP renovable	Total	47,92 kWh/m ² ·año	52,34 kWh/m ² ·año	-9,22%	51,85 kWh/m ² ·año	-8,20%	51,23 kWh/m ² ·año	-6,91%	49,55 kWh/m ² ·año	-3,40%
Emisiones CO ₂	ACS	0,65 kgCO ₂ /m ² ·año	0,36 kgCO ₂ /m ² ·año	44,62%	0,30 kgCO ₂ /m ² ·año	53,85%	0,25 kgCO ₂ /m ² ·año	61,54%	0,24 kgCO ₂ /m ² ·año	63,08%
Emisiones CO ₂	Iluminación	2,05 kgCO ₂ /m ² ·año	1,13 kgCO ₂ /m ² ·año	44,88%	0,96 kgCO ₂ /m ² ·año	53,17%	0,80 kgCO ₂ /m ² ·año	60,98%	0,75 kgCO ₂ /m ² ·año	63,41%
Emisiones CO ₂	Calefacción	0,42 kgCO ₂ /m ² ·año	0,23 kgCO ₂ /m ² ·año	45,24%	0,18 kgCO ₂ /m ² ·año	57,14%	0,15 kgCO ₂ /m ² ·año	64,29%	0,11 kgCO ₂ /m ² ·año	73,81%
Emisiones CO ₂	Refrigeración	0,45 kgCO ₂ /m ² ·año	0,25 kgCO ₂ /m ² ·año	44,44%	0,11 kgCO ₂ /m ² ·año	75,56%	0,09 kgCO ₂ /m ² ·año	80,00%	0,08 kgCO ₂ /m ² ·año	82,22%
Emisiones CO ₂	Ventilación	1,97 kgCO ₂ /m ² ·año	1,08 kgCO ₂ /m ² ·año	45,18%	0,92 kgCO ₂ /m ² ·año	53,30%	0,68 kgCO ₂ /m ² ·año	65,48%	0,64 kgCO ₂ /m ² ·año	67,51%
Emisiones CO ₂	Total	5,54 kgCO ₂ /m ² ·año	3,05 kgCO ₂ /m ² ·año	44,95%	2,47 kgCO ₂ /m ² ·año	55,42%	1,97 kgCO ₂ /m ² ·año	64,44%	1,82 kgCO ₂ /m ² ·año	67,15%

Tabla 32. COMPARATIVA ENERGÉTICA INICIAL Y MAEs

En cuanto al análisis económico, aunque se puede ver con más detalle en el Anexo de “Estudio de medidas de mejoras”, en la siguiente tabla se resume el mismo:

Medida de mejora	Coste neto de inversión (EUR)	Coste anual de la energía (EUR/año)	Ahorro energético anual (EUR/año)	Mantenimiento anual (EUR/año)	Ahorro neto anual (EUR/año)	Recuperación estática (años)	Recuperación dinámica VAN (años)
Situación inicial	—	7.062,40	—	—	—	—	—
MAE 1: Ampliación fotovoltaica	3.420,71	3.890,23	3.172,17	750,00	2.422,17 (34,30 %)	1,41	1,37
MAE 2: Ampliación fotovoltaica + sistema VRF	49.320,71	3.341,12	3.721,28	1.650,00	2.071,28 (29,33 %)	23,81	17,93
MAE 3: Ampliación fotovoltaica + sistema VRF + recuperador de calor	53.400,71	2.813,13	4.249,27	2.000,00	2.249,27 (31,85 %)	23,74	17,89
MAE 4: Ampliación fotovoltaica + sistema VRF + recuperador de calor + mejora de la envolvente térmica	75.840,71	2.614,61	4.447,79	2.000,00	2.447,79 (34,66 %)	30,98	21,90

Tabla 33. RESUMEN ECONÓMICO Y DE RETORNO DE MAES

5.1 MAE 1: Ampliación de la instalación fotovoltaica

La primera medida de mejora consiste en ampliar la instalación solar fotovoltaica existente mediante la incorporación de **12 paneles fotovoltaicos de 650 Wp**. Los módulos se disponen sobre la cubierta no transitable del edificio y ocupan una superficie aproximada de 32,41 m². La potencia pico añadida mediante esta actuación es de 7,80 kWp, aumentando la generación eléctrica renovable disponible para autoconsumo del edificio.

Esta medida no actúa directamente sobre la envolvente térmica ni sobre los sistemas de climatización, por lo que la demanda de calefacción y refrigeración permanece prácticamente constante respecto a la situación inicial. Sin embargo, su efecto es muy significativo sobre la energía primaria no renovable y sobre las emisiones, ya que una parte mayor del consumo eléctrico queda cubierta mediante generación renovable in situ.

Con la aplicación de la MAE 1, el consumo de energía primaria no renovable pasa de 32,65 a 17,99 kWh/m²·año, lo que supone una reducción del 44,90 %. Las emisiones disminuyen de 5,54 a 3,05 kgCO₂/m²·año, equivalente a una reducción del 44,95 %. Desde el punto de vista económico, la inversión considerada es de 3420,71 €, con un ahorro neto anual de 2422,17 €, una recuperación estática de 1,41 años y una recuperación dinámica mediante VAN de 1,37 años.

5.2 MAE 2: Ampliación fotovoltaica y sustitución del sistema de climatización por VRF

La segunda medida se plantea como una actuación acumulada respecto a la MAE 1. Por tanto, mantiene la ampliación fotovoltaica descrita anteriormente y añade la sustitución del sistema de climatización mediante enfriadora modular *inverter* por un sistema **VRF**. El equipo considerado corresponde a un sistema VRF de la casa **MITSUBISHI** cuyo nombre comercial es **PUHY-P900YSNW-A2**.

Al tratarse de una medida centrada en la mejora del sistema de generación térmica, la demanda energética del edificio no se modifica, ya que esta depende fundamentalmente de la envolvente, las condiciones interiores, la ventilación y las cargas internas. No obstante, el cambio de sistema permite mejorar el rendimiento global de la climatización y reducir el consumo asociado a los servicios térmicos.

Con esta medida, el consumo de energía final se reduce hasta 56,70 kWh/m²·año, lo que representa una mejora del 1,77 %. La energía primaria no renovable desciende hasta 15,47 kWh/m²·año, lo que representa una reducción del 55,28 % respecto a la situación inicial. Las emisiones se reducen hasta 2,63 kgCO₂/m²·año, con una reducción del 52,62 %. Desde el punto de vista económico, el coste neto de inversión asciende a 49320,71 €, el ahorro neto anual es de 2071,28 €, el periodo de recuperación estática es de 23,81 años y el VAN permite recuperar la inversión en 17,93 años.

5.3 MAE 3: Ampliación fotovoltaica, sistema VRF y sustitución del recuperador de calor

La tercera medida de mejora incorpora las actuaciones anteriores y añade la sustitución de un recuperador de calor existente en la zona de uso de 8 horas. En concreto, se plantea la incorporación de un recuperador **S&P RHE 6000** en sustitución del equipo Siberduo HE 6000. Esta medida tiene como finalidad mejorar el comportamiento energético asociado a la ventilación, reduciendo las pérdidas térmicas debidas a la renovación de aire.

A diferencia de las medidas anteriores, esta actuación sí produce una ligera reducción de la demanda energética. La demanda de calefacción pasa de 13,16 a 12,90 kWh/m²·año, lo que representa una reducción del 1,98 %, mientras que la demanda de refrigeración disminuye ligeramente hasta 12,96 kWh/m²·año. Esta mejora se debe al mayor aprovechamiento de la energía contenida en el aire de extracción mediante recuperación de calor.

En términos globales, el consumo de energía final se reduce hasta 55,51 kWh/m²·año. El consumo de energía primaria no renovable baja hasta 13,00 kWh/m²·año, lo que supone una reducción del 60,18 %, y las emisiones se sitúan en 2,21 kgCO₂/m²·año, con una reducción del 60,11 %. La inversión considerada es de 53400,71 €, con un ahorro neto anual de 2249,27 €. El periodo de recuperación estática es de 23,74 años y el periodo de recuperación mediante VAN es de 17,89 años.

5.4 MAE 4: Ampliación fotovoltaica, sistema VRF, recuperador de calor y mejora de la envolvente térmica

La cuarta medida de mejora corresponde a la alternativa más completa, ya que incorpora la ampliación fotovoltaica, el sistema VRF, la sustitución del recuperador de calor y una actuación sobre la envolvente térmica del edificio.

Las mejoras sobre la envolvente térmica del edificio mediante el aumento del aislamiento en fachada, cubiertas y forjado voladizo, así como mediante la mejora de los huecos de fachada (cristalería de las ventanas).

La fachada incrementa el aislamiento **EPS-Grafipol TR-32** de 12 a 14 cm, reduciendo su transmitancia de 0,24 a 0,21 W/m²·K. En las cubiertas, el aislamiento aumenta 4 cm: la cubierta no transitable pasa de 0,30 a 0,22 W/m²·K y la cubierta transitable de 0,31 a 0,22 W/m²·K. En el forjado voladizo, el aislamiento **EPS-Grafipol Termoimpact** aumenta de 1 a 5 cm, reduciendo la transmitancia de 0,35 a 0,24 W/m²·K.

Los acristalamientos de las ventanas también se mejoran, pasando de una U de 1,52 W/m²·K a valores aproximados entre 1,15 W/m²·K, con reducción del factor solar de 0,610 a 0,580.

La actuación sobre la envolvente es la que permite conseguir una reducción más clara de la demanda de calefacción, ya que disminuye las pérdidas térmicas a través de cerramientos, cubiertas, forjados y huecos. La demanda de calefacción se reduce de 13,16 a 10,83 kWh/m²·año, lo que supone un ahorro del 17,71 %. La demanda de refrigeración también disminuye ligeramente.

La MAE 4 consigue el mejor comportamiento energético global del conjunto de alternativas. El consumo de energía final se reduce hasta 53,53 kWh/m²·año, la energía primaria no renovable alcanza 12,12 kWh/m²·año y las emisiones bajan hasta 2,06 kgCO₂/m²·año. Respecto a la situación inicial, estas cifras representan una reducción del 7,26 % en energía final, del 62,88 % en energía primaria no renovable y del 62,82 % en emisiones. La inversión considerada es de 75840,71 €, con un ahorro neto anual de 2614,61 €, una recuperación estática de 30,98 años y una recuperación dinámica mediante VAN de 21,90 años.

5.5 Valoración comparativa de las medidas propuestas

A partir de los resultados obtenidos, se observa que todas las medidas propuestas mejoran el comportamiento energético del edificio respecto a la

situación inicial, aunque cada una actúa sobre un aspecto diferente. La MAE 1 presenta un efecto muy notable sobre la energía primaria no renovable y las emisiones debido al incremento de la generación renovable, pero no reduce la demanda energética del edificio.

La MAE 2 mejora el rendimiento de los sistemas de climatización y reduce tanto la energía primaria no renovable como las emisiones, manteniendo la misma demanda de calefacción y refrigeración.

La MAE 3 incorpora la mejora de la ventilación mediante recuperación de calor, obteniendo una reducción adicional de la energía final, de la energía primaria no renovable y de las emisiones.

Finalmente, la MAE 4 es la alternativa más completa desde el punto de vista energético, ya que combina generación renovable, mejora de sistemas y actuación sobre la envolvente térmica. Por ello, es la opción que alcanza los valores más bajos de consumo de energía primaria no renovable y emisiones.

Desde el punto de vista económico, la MAE 1 es la medida con menor periodo de recuperación debido a su inversión moderada y al ahorro energético obtenido. La MAE 2, la MAE 3 y MAE 4 requieren la mayor inversión inicial y, por tanto, presentan el periodo de recuperación más elevado. No obstante, si el criterio principal es la mejora energética global del edificio, la MAE 4 es la alternativa más favorable, ya que proporciona la mayor reducción de consumo de energía primaria no renovable y emisiones.

En consecuencia, desde el punto de vista estrictamente económico, las medidas de mejora propuestas presentan una rentabilidad limitada, especialmente en las alternativas más completas, debido a la elevada inversión inicial y a los periodos de recuperación prolongados. Aunque energéticamente permiten reducir de forma significativa el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de CO₂, su amortización económica resulta lenta, por lo que su implantación se justifica principalmente por criterios de mejora energética, sostenibilidad y cumplimiento de objetivos ambientales, más que por una rentabilidad económica inmediata.



CONCLUSIÓN

El presente Trabajo Fin de Grado, me ha permitido aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos durante el grado, especialmente aquellos relacionados con la eficiencia energética, las instalaciones térmicas, la transmisión de calor y el uso de energías renovables. A partir del modelado del edificio en IFC Builder y su posterior desarrollo en el entorno BIM de CYPE, se ha podido analizar el comportamiento energético del edificio de uso terciario situado en el campus de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Este proceso ha permitido definir la envolvente térmica, los perfiles de uso, las cargas internas y las instalaciones necesarias para comprobar el cumplimiento de las exigencias establecidas en el CTE DB-HE.

Los resultados obtenidos muestran que el edificio parte de una situación energética favorable y cumple con los requisitos normativos aplicables. Sin embargo, el análisis realizado también demuestra que, aunque un edificio cumpla la normativa, siempre existe margen para mejorar su comportamiento energético. Por ello, se han estudiado distintas medidas de mejora orientadas a reducir el consumo, disminuir las emisiones de CO₂ y aumentar el aprovechamiento de energía renovable. La combinación de estas actuaciones permite conseguir un edificio más eficiente, con menor dependencia energética exterior y con un funcionamiento más sostenible durante su vida útil.

Finalmente, la realización de este trabajo ha servido para comprender la importancia de integrar el análisis energético desde las primeras fases del diseño de un edificio. No se trata únicamente de cumplir unos valores límite, sino de tomar decisiones técnicas que permitan mejorar el rendimiento real del edificio a largo plazo. En este sentido, el uso de herramientas de simulación energética y metodología BIM resulta fundamental para comparar soluciones, justificar decisiones y plantear edificios con menor consumo, menor impacto ambiental y mejores condiciones de eficiencia energética.

CERTIFICADO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

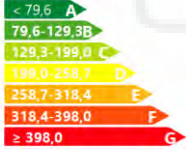
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN	ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.42		0.65
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]
	0.45		2.05

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	5.53	9347.35
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0.00	0.00

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]
	2.45		3.83
	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]
	2.63		12.12

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



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del Edificio	EDIFICIO DE USO TERCIARIO Y DE SUS INSTALACIONES EN EL CAMPUS DE LA UMH DE ELCHE.		
Dirección	PARTIDA DE ALTABIX		
Municipio	ELCHE	Código Postal	03202
Provincia	ALICANTE	Comunidad Autónoma	COMUNIDAD VALENCIANA
Zona climática	B3	Año construcción	2026
Plantas sobre rasante	2	Plantas bajo rasante	0
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2019/RITE 2021 / RD 390/2021		
Referencia/s catastral/es	123456789ABCDEFG		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
☒ Edificio de nueva construcción	Edificio existente
☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque Completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☒ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSÉ ANDEU LARROSA	NIF/NIE	12345678A
Razón Social	-	NIF	-
Domicilio	PROLONGACIÓN RONDA SANTO DOMINGO		
Municipio	ORIHUELA	Código Postal	03300
Provincia	ALICANTE	Comunidad Autónoma	COMUNIDAD VALENCIANA
e-mail	-	Teléfono	123456789
Titulación habilitante según normativa vigente	GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CYPETHERM HE Plus. 2026.c + [VisorXML1.0]		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² ·año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO _{2e} /m ² ·año]
< 79.60 A 79.60 - 129.84 B 129.84 - 198.90 C 198.99 - 258.69 D 258.69 - 318.39 E 318.39 - 397.98 F ≥ 397.98 G 32,66 A	< 15.89 A 15.89 - 25.80 B 25.82 - 39.73 C 39.73 - 51.65 D 51.65 - 63.56 E 63.56 - 79.45 F ≥ 79.45 G 5,53 A

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación 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: 01/03/2026

Firma del técnico certificador: JOSÉ ANDÉU LARROSA - 12345678A

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

JOSE ANDRÉU LARROSA

Página 74 de 340

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.



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]	1689,57
Imagen del Edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Solera	Suelo	796,73	0,14	Usuario
Muro de sótano	Fachada	64,34	0,33	Usuario
Cerramiento	Fachada	236,65	0,24	Usuario
Forjado entre pisos voladizo	ParticionIn	teriorHoriz3008ta,912	0,35	Usuario
Cubierta no transitable	Cubierta	1044,45	0,30	Usuario
Cerramiento	Fachada	364,04	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	132,10	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	371,83	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	49,38	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	45,09	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	24,44	0,24	Usuario
Cerramiento	Fachada	16,74	0,24	Usuario
Cubierta transitable	Cubierta	72,29	0,31	Usuario
Muro de sótano	Fachada	63,92	0,34	Usuario
Muro de sótano	Fachada	72,03	0,34	Usuario
Muro de sótano	Fachada	6,55	0,34	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
Puerta exterior	Hueco	11,00	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 1 x 2.2 m	Hueco	10,99	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	Hueco	15,84	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.1 x 2.2 m	Hueco	12,10	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	Hueco	13,20	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.4 x 2.2 m	Hueco	3,08	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 0.9 x 2.2 m	Hueco	11,83	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Puerta doble exterior	Hueco	6,60	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 0.9 x 2.2 m	Hueco	1,98	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 2x2.2 m	Hueco	4,40	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	Hueco	36,96	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Puerta doble exterior	Hueco	6,60	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 2x2.2 m	Hueco	4,20	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m	Hueco	63,27	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Puerta doble exterior	Hueco	3,30	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Puerta exterior	Hueco	4,40	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Puerta doble exterior	Hueco	6,60	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 1.4 x 2.2 m	Hueco	3,08	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 0.9 x 2.2 m	Hueco	1,98	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m	Hueco	5,25	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 0.6 x 2.2 m	Hueco	1,32	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.1 x 2.2 m	Hueco	4,84	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Puerta exterior	Hueco	6,60	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m	Hueco	54,45	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	Hueco	2,64	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 3 x 2.2 m	Hueco	13,20	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	Hueco	26,07	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	Hueco	12,87	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.5 x 2.2 m	Hueco	3,30	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 4 x 2.2 m	Hueco	8,80	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 4 x 2.2 m	Hueco	8,80	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 3 x 2.2 m	Hueco	6,60	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana traslucida 3 x 2.2 m	Hueco	6,59	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	Hueco	14,52	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Puerta doble exterior 1.9 m	Hueco	4,18	0,80	0,00	Usuario	Usuario
Ventana de 1.2 x 2.2 m	Hueco	13,20	1,52	0,53	Usuario	Usuario
Ventana de 0.4 x 1 m	Hueco	0,40	1,52	0,53	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS**Generadores de calefacción**

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	-	380,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	-	380,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	-	380,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		0,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	-	482,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	-	482,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	-	482,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		0,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)	1388,00
---	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento estacional [%]	Tipo de energía	Modo de obtención
Equipo de ACS	Aerotermino Genérico	4,00	353,00	ElectricidadPeninsular	Usuario



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

Nombre	Siberduo HE6000		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	Z01_S01_ASEO MASCULINO (Aseo), Z01_S02_ASEO FEMENINO (Aseo), Z01_S03_ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo), Z01_S04_ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo), Z01_S05_DESPACHO 3 (Despachos), Z01_S06_DESPACHO 2 (Despachos), Z01_S07_DESPACHO 1 (Despachos), Z01_S08_DESPACHO 5 (Despachos), Z01_S09_DESPACHO 4 (Despachos), Z01_S10_PASILLO 1 (Circulaciones), Z01_S11_ESCALERA (Circulaciones), Z01_S12_PASILLO 2 (Circulaciones), Z01_S13_PASILLO 3 (Circulaciones), Z01_S14_SALÓN-COMEDOR, Z01_S15_ENFERMERÍA, Z01_S16_ALMACÉN, Z01_S17_OFICINA DE GESTIÓN (Despachos), Z01_S18_AULA (Reuniones), Z01_S19_SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES, Z01_S20_SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones), Z01_S21_SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones), Z01_S22_SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones), Z01_S23_SALA DE REUNIONES (Reuniones)		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	Si	-

Nombre	Siberduo HE2000		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	Z02_S01_DORMITORIO 1 (Habitación), Z02_S02_DORMITORIO 2 (Habitación), Z02_S03_DORMITORIO 3 (Habitación), Z02_S04_DORMITORIO 4 (Habitación), Z02_S05_DORMITORIO 5 (Habitación), Z02_S06_DORMITORIO 6 (Habitación), Z02_S07_DORMITORIO 7 (Habitación), Z02_S08_DORMITORIO 8 (Habitación), Z02_S09_DORMITORIO 9 (Habitación), Z02_S10_DORMITORIO 10 (Habitación), Z02_S11_DORMITORIO 11 (Habitación), Z02_S12_DORMITORIO 12 (Habitación), Z02_S13_ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones), Z02_S14_ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones), Z02_S15_ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo), Z02_S16_ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo), Z02_S17_ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo), Z02_S18_ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo), Z02_S19_ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones), Z02_S20_ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones), Z02_S21_ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones), Z02_S22_ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones), Z02_S23_ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones), Z02_S24_ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones), Z02_S25_BIBLIOTECA-CAFÉ		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	Si	-

Nombre	Siberduo HE8000		
Tipo	Recuperador de calor		
Zona asociada	Z04_S01_SALÓN DE ACTOS		
Potencia calor [kW]	Potencia frío [kW]	Rendimiento estacional calor [%]	Rendimiento estacional frío [%]
0,00	0,00	0,00	0,00
Enfriamiento gratuito	Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Control
-	No	Si	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
-			-
TOTALES			0,00

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]
Ventiladores	Ventilador	Climatización, Ventilación	22461,70
TOTALES			22461,70

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_ASEO MASCULINO (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z01_S02_ASEO FEMENINO (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z01_S03_ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z01_S04_ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z01_S05_DESPACHO 3 (Despachos)	8,50	1,50	566,67	Usuario
Z01_S06_DESPACHO 2 (Despachos)	8,50	1,50	566,67	Usuario
Z01_S07_DESPACHO 1 (Despachos)	8,50	1,50	566,67	Usuario
Z01_S08_DESPACHO 5 (Despachos)	8,00	0,80	1000,00	Usuario
Z01_S09_DESPACHO 4 (Despachos)	8,00	0,80	1000,00	Usuario
Z01_S10_PASILLO 1 (Circulaciones)	3,00	1,10	272,73	Usuario
Z01_S11_ESCALERA (Circulaciones)	3,00	1,10	272,73	Usuario
Z01_S12_PASILLO 2 (Circulaciones)	3,00	1,10	272,73	Usuario
Z01_S13_PASILLO 3 (Circulaciones)	3,00	1,10	272,73	Usuario
Z01_S14_SALÓN-COMEDOR	4,69	0,70	669,33	Usuario
Z01_S15_ENFERMERÍA	9,80	1,00	979,64	Usuario
Z01_S16_ALMACÉN	3,26	1,30	250,58	Usuario
Z01_S17_OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	9,74	1,60	608,52	Usuario
Z01_S18_AULA (Reuniones)	5,98	0,90	664,31	Usuario
Z01_S19_SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	5,99	0,90	665,58	Usuario
Z01_S20_SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	5,16	0,90	573,44	Usuario
Z01_S21_SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	5,99	1,00	598,59	Usuario
Z01_S22_SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	8,41	1,10	764,18	Usuario
Z01_S23_SALA DE REUNIONES (Reuniones)	3,27	1,10	297,16	Usuario
Z02_S01_DORMITORIO 1 (Habitación)	4,34	1,50	289,12	Usuario
Z02_S02_DORMITORIO 2 (Habitación)	4,31	1,50	287,51	Usuario
Z02_S03_DORMITORIO 3 (Habitación)	4,44	1,50	296,27	Usuario
Z02_S04_DORMITORIO 4 (Habitación)	4,38	1,50	291,84	Usuario
Z02_S05_DORMITORIO 5 (Habitación)	4,38	1,50	291,77	Usuario
Z02_S06_DORMITORIO 6 (Habitación)	3,87	1,50	258,19	Usuario
Z02_S07_DORMITORIO 7 (Habitación)	3,57	1,50	238,03	Usuario
Z02_S08_DORMITORIO 8 (Habitación)	3,55	1,50	236,78	Usuario
Z02_S09_DORMITORIO 9 (Habitación)	3,44	1,50	229,32	Usuario
Z02_S10_DORMITORIO 10 (Habitación)	3,56	1,50	237,50	Usuario

Z02_S11_DORMITORIO 11 (Habitación)	3,40	1,50	226,88	Usuario
Z02_S12_DORMITORIO 12 (Habitación)	3,52	1,50	234,52	Usuario
Z02_S13_ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	5,62	1,50	374,98	Usuario
Z02_S14_ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	5,75	1,50	383,20	Usuario
Z02_S15_ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z02_S16_ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z02_S17_ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z02_S18_ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	4,00	1,50	266,67	Usuario
Z02_S19_ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	4,22	1,50	281,11	Usuario
Z02_S20_ASEO PRIVADO DORM 8 (Aseo de habitaciones)	4,22	1,50	281,17	Usuario
Z02_S21_ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	4,24	1,50	282,82	Usuario
Z02_S22_ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	4,33	1,50	288,90	Usuario
Z02_S23_ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	4,33	1,50	288,74	Usuario
Z02_S24_ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	4,08	1,50	272,21	Usuario
Z02_S25_BIBLIOTECA-CAFÉ	4,51	0,90	500,68	Usuario
Z04_S01_SALÓN DE ACTOS	1,72	0,80	214,42	Usuario
TOTALES	4,21			

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Z01_S01_ASEO MASCULINO (Aseo)	38,02	noresidencial-8h-baja
Z01_S02_ASEO FEMENINO (Aseo)	43,30	noresidencial-8h-baja
Z01_S03_ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	9,32	noresidencial-8h-baja
Z01_S04_ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	10,00	noresidencial-8h-baja
Z01_S05_DESPACHO 3 (Despachos)	32,08	noresidencial-8h-baja
Z01_S06_DESPACHO 2 (Despachos)	33,65	noresidencial-8h-baja
Z01_S07_DESPACHO 1 (Despachos)	28,30	noresidencial-8h-baja
Z01_S08_DESPACHO 5 (Despachos)	46,67	noresidencial-8h-baja
Z01_S09_DESPACHO 4 (Despachos)	54,17	noresidencial-8h-baja
Z01_S10_PASILLO 1 (Circulaciones)	35,72	noresidencial-8h-baja
Z01_S11_ESCALERA (Circulaciones)	25,75	noresidencial-8h-baja
Z01_S12_PASILLO 2 (Circulaciones)	212,65	noresidencial-8h-baja
Z01_S13_PASILLO 3 (Circulaciones)	32,78	noresidencial-8h-baja
Z01_S14_SALÓN-COMEDOR	99,89	noresidencial-8h-baja
Z01_S15_ENFERMERÍA	15,92	noresidencial-8h-media
Z01_S16_ALMACÉN	11,97	noresidencial-8h-baja
Z01_S17_OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	4,93	noresidencial-8h-baja
Z01_S18_AULA (Reuniones)	55,40	noresidencial-8h-media

Z01_S19_SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55,29	noresidencial-8h-baja
Z01_S20_SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	64,17	noresidencial-8h-baja
Z01_S21_SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	36,79	noresidencial-8h-baja
Z01_S22_SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	26,20	noresidencial-8h-baja



Z01_S23_SALA DE REUNIONES (Reuniones)	67,36	noresidencial-8h-baja
Z02_S01_DORMITORIO 1 (Habitación)	20,98	noresidencial-12h-media
Z02_S02_DORMITORIO 2 (Habitación)	21,10	noresidencial-12h-media
Z02_S03_DORMITORIO 3 (Habitación)	20,48	noresidencial-12h-media
Z02_S04_DORMITORIO 4 (Habitación)	20,79	noresidencial-12h-media
Z02_S05_DORMITORIO 5 (Habitación)	20,79	noresidencial-12h-media
Z02_S06_DORMITORIO 6 (Habitación)	23,50	noresidencial-12h-media
Z02_S07_DORMITORIO 7 (Habitación)	25,49	noresidencial-12h-media
Z02_S08_DORMITORIO 8 (Habitación)	25,62	noresidencial-12h-media
Z02_S09_DORMITORIO 9 (Habitación)	26,46	noresidencial-12h-media
Z02_S10_DORMITORIO 10 (Habitación)	25,54	noresidencial-12h-media
Z02_S11_DORMITORIO 11 (Habitación)	26,74	noresidencial-12h-media
Z02_S12_DORMITORIO 12 (Habitación)	25,87	noresidencial-12h-media
Z02_S13_ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	4,91	noresidencial-8h-baja
Z02_S14_ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	4,80	noresidencial-8h-baja
Z02_S15_ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	4,70	noresidencial-8h-baja
Z02_S16_ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	4,67	noresidencial-8h-baja
Z02_S17_ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	4,83	noresidencial-8h-baja
Z02_S18_ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	5,69	noresidencial-8h-baja
Z02_S19_ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	6,55	noresidencial-8h-baja
Z02_S20_ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones)	6,54	noresidencial-8h-baja
Z02_S21_ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	6,51	noresidencial-8h-baja
Z02_S22_ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	6,37	noresidencial-8h-baja
Z02_S23_ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	6,37	noresidencial-8h-baja
Z02_S24_ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	6,76	noresidencial-8h-baja
Z02_S25_BIBLIOTECA-CAFÉ	104,13	noresidencial-12h-baja
Z04_S01_SALÓN DE ACTOS	193,08	noresidencial-8h-alta

5. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final cubierto, en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Medioambiente	73,68	0,00	74,05	74,05
TOTAL	73,68	0,00	74,05	74,05

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Panel fotovoltaico	34875,80
TOTAL	34875,80

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona Climática	B3	Uso	EdificioUsoTerciario
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 15.89 A 15.89 - 25.82 B 25.82 - 39.73 C 39.73 - 51.65 D 51.65 - 63.56 E 63.56 - 79.45 F ≥ 79.45 G 5,53 A Emisiones globales [kgCO_{2e}/m²·año]¹	CALEFACCIÓN		ACS		
	Emisiones calefacción [kgCO _{2e} /m ² ·año]		A	Emisiones ACS [kgCO _{2e} /m ² ·año]	
	0,42			0,65	
	REFRIGERACIÓN			ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO _{2e} /m ² ·año]		A	Emisiones iluminación [kgCO _{2e} /m ² ·año]	
	0,45			2,05	

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 _{2e} /m ² ·año	kgCO _{2e} /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	5,53	9347
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	0,00	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			
< 79.60 A 79.60 - 129B 129.34 - 198C 198.99 - 258.99D 258.69 - 318.33E 318.39 - 397.98F ≥ 397.98 G 32,66 A Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m²·año]¹		CALEFACCIÓN		ACS	
Energía primaria calefacción [kWh/m²·año]		A	Energía primaria ACS [kWh/m²·año]		A
2,45			3,83		
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
Energía primaria refrigeración [kWh/m²·año]		A	Energía primaria iluminación [kWh/m²·año]		A
2,63			12,12		

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
 13,16 A <i>Demanda de calefacción [kWh/m²·año]</i>	 12,98 B <i>Demanda de refrigeración [kWh/m²·año]</i>

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.

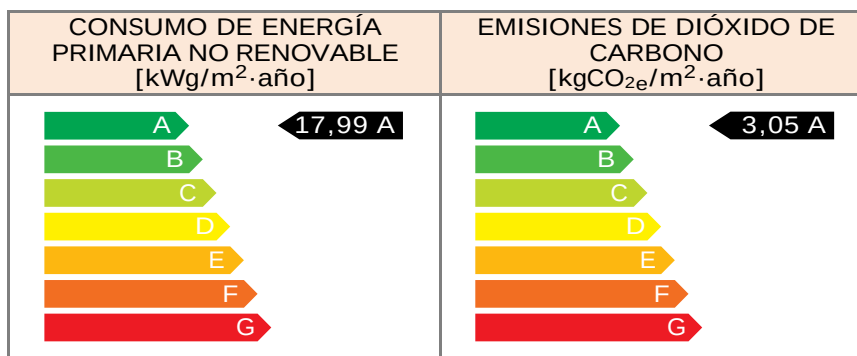
ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

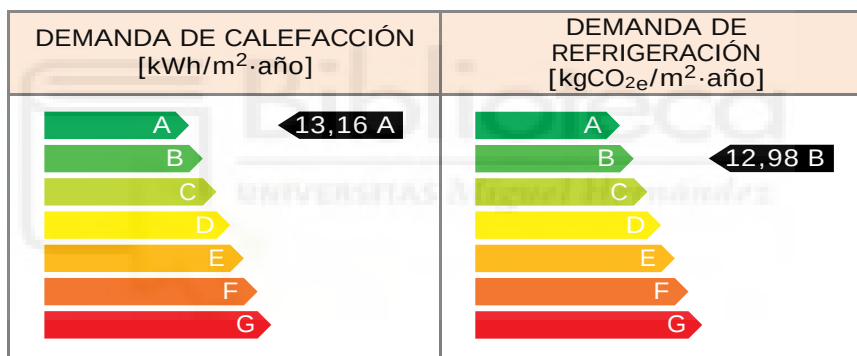
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA
---------------	-------------------------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

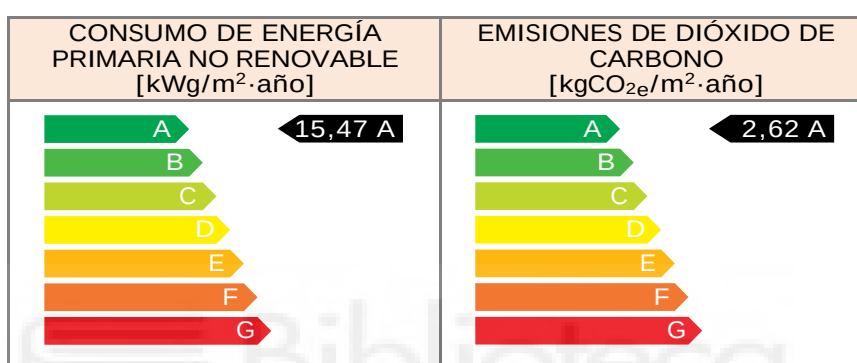
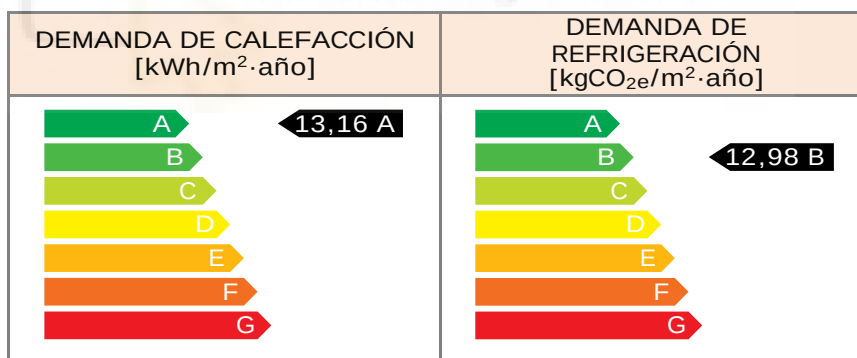
Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	2,81	0,00 (+0,00%)	3,01	0,00 (+0,00%)	4,38	0,00 (+0,00%)	13,86	0,00 (+0,00%)	24,06	0,00 (+0,00%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año]	1,35 A	1,10 (+44,90%)	1,45 A	1,18 (+44,87%)	2,11 A	1,72 (+44,91%)	6,68 A	5,44 (+44,88%)	17,99 A	14,67 (+44,92%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO _{2e} /m ² ·año]	0,23 A	0,19 (+45,24%)	0,25 A	0,20 (+44,44%)	0,36 A	0,29 (+44,62%)	1,13 A	0,92 (+44,88%)	3,05 A	2,48 (+44,85%)
Demanda [kWh/m ² ·año]	13,16 A	0,00 (+0,00%)	12,98 B	0,00 (+0,00%)						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Añadir la instalación fotovoltaica con 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m ² .
Coste estimado de la medida
3.420.71
Otros datos de interés
El análisis económico está en el proyecto de legalización de la obra en el cumplimiento del DB-HE...Anexo ZA.

MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF
---------------	---------------------------------------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL**CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES****ANÁLISIS TÉCNICO**

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	2,52	0,29 (+10,32%)	2,00	1,01 (+33,55%)	4,38	0,00 (+0,00%)	13,86	0,00 (+0,00%)	22,77	1,29 (+5,36%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año]	1,08 A	1,37 (+55,92%)	0,86 A	1,77 (+67,30%)	1,88 A	1,95 (+50,91%)	5,95 A	6,17 (+50,91%)	15,47 A	17,19 (+52,63%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO _{2e} /m ² ·año]	0,18 A	0,24 (+57,14%)	0,15 A	0,30 (+66,67%)	0,32 A	0,33 (+50,77%)	1,01 A	1,04 (+50,73%)	2,62 A	2,91 (+52,62%)

Demanda [kWh/m ² ·año]	13,16 A	0,00 (+0,00%)	12,98 B	0,00 (+0,00%)			
--------------------------------------	------------	------------------	------------	------------------	--	--	--



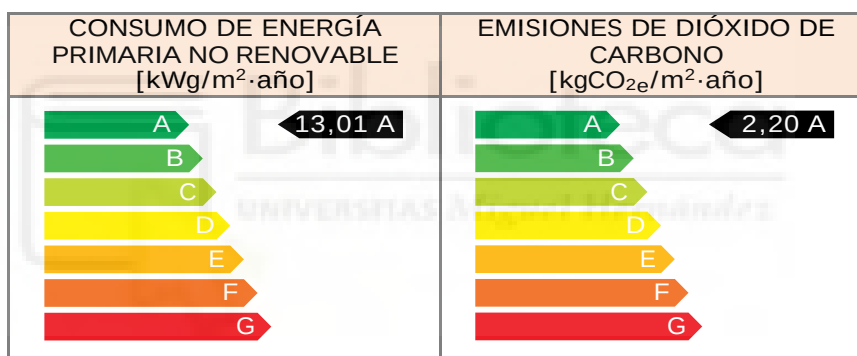
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) - Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m². - Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF de la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2 .
Coste estimado de la medida 48.420.71 €
Otros datos de interés El análisis económico está en el proyecto de legalización de la obra en el cumplimiento del DB-HE...Anexo ZA.

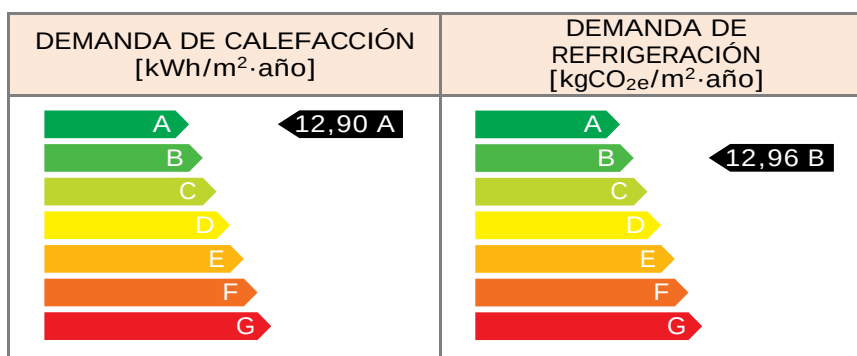
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR
---------------	---

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original

Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	2,47	0,34 (+12,10%)	2,28	0,73 (+24,25%)	4,38	0,00 (+0,00%)	13,8613,86	0,00 (+0,00%)	22,99	1,07 (+4,45%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año]	0,92 A	1,53 (+62,45%)	0,85 A	1,78 (+67,68%)	1,64 A	2,19 (+57,18%)	5,18 A	6,94 (+57,26%)	13,01 A	19,65 (+60,17%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO _{2e} /m ² ·año]	0,16 A	0,26 (+61,90%)	0,14 A	0,31 (+68,89%)	0,28 A	0,37 (+56,92%)	0,88 A	1,17 (+57,07%)	2,20 A	3,33 (+60,22%)
Demanda [kWh/m ² ·año]	12,90 A	0,26 (+1,98%)	12,96 B	0,02 (+0,15%)						

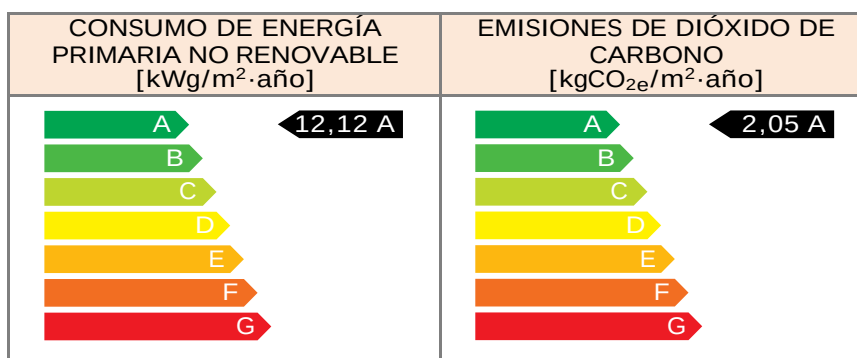
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) - Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m². - Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF De la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2 . -Se incorpora un recuperador S&P RHE 6000 en sustitución del Siberduo HE 6000 en la zona de uso de 8 horas.
Coste estimado de la medida
55.500,71 €
Otros datos de interés
El análisis económico está en el proyecto de legalización de la obra en el cumplimiento del DB-HE...Anexo ZA.

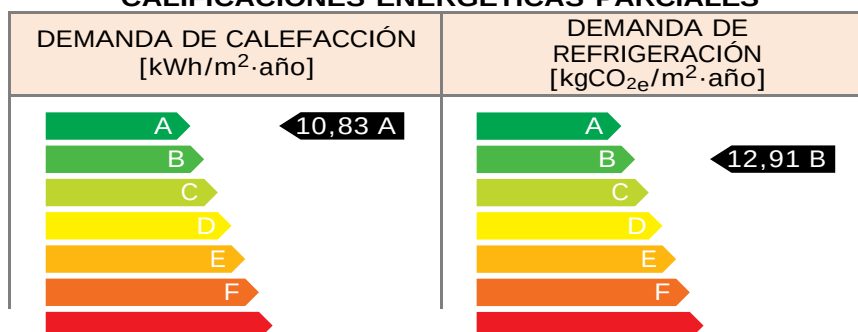
MEDIDA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Denominación:	AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA
---------------	---

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



--	--

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original	Valor	Ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² ·año]	2,02	0,79 (+28,11%)	2,28	0,73 (+24,25%)	4,38	0,00 (+0,00%)	13,86	0,00 (+0,00%)	22,54	1,52 (+6,32%)
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año]	0,71 A	1,74 (+71,02%)	0,80 A	1,83 (+69,58%)	1,55 A	2,28 (+59,53%)	4,89 A	7,23 (+59,65%)	12,12 A	20,54 (+62,89%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ e/m ² ·año]	0,12 A	0,30 (+71,43%)	0,14 A	0,31 (+68,89%)	0,26 A	0,39 (+60,00%)	0,83 A	1,22 (+59,51%)	2,05 A	3,48 (+62,93%)
Demanda [kWh/m ² ·año]	10,83 A	2,33 (+17,71%)	12,91 B	0,07 (+0,54%)						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) - Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m². - Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF De la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2 . -Se incorpora un recuperador S&P RHE 6000 en sustitución del Siberduo HE 6000 en la zona de uso de 8 horas. - Refuerzo del aislamiento en varios elementos opacos de la envolvente, sustitución fracción acristalada con transmitancia térmica de K1,1 W/m²·K y factor solar del 58 % y fracción opaca con transmitancia térmica de 1,2 W/ m²·K y fracción opaca del hueco de 0,6.
Coste estimado de la medida 77940,71
Otros datos de interés El análisis económico está en el proyecto de legalización de la obra en el cumplimiento del DB-HE...Anexo ZA.

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 eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	15/06/2026
Inspección 1 no es necesaria porque es ficticio.	

ANEXO V

Justificación de Soluciones Singulares

Descripción
No hay soluciones singulares.



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL PROYECTO

ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente: CTE 2019/ RITE 2021 RD 390/2021	Tipo de edificio: Edificio completo. Terciario Dirección: Partida de Altavix Municipio: Elche C.P.: 03202 C. Autónoma: Comunidad Valenciana
--	---

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente	32,66	5,53
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

15/07/2036

Válido hasta comissaa

ESPAÑA
 Directiva 2010 / 31 / UE



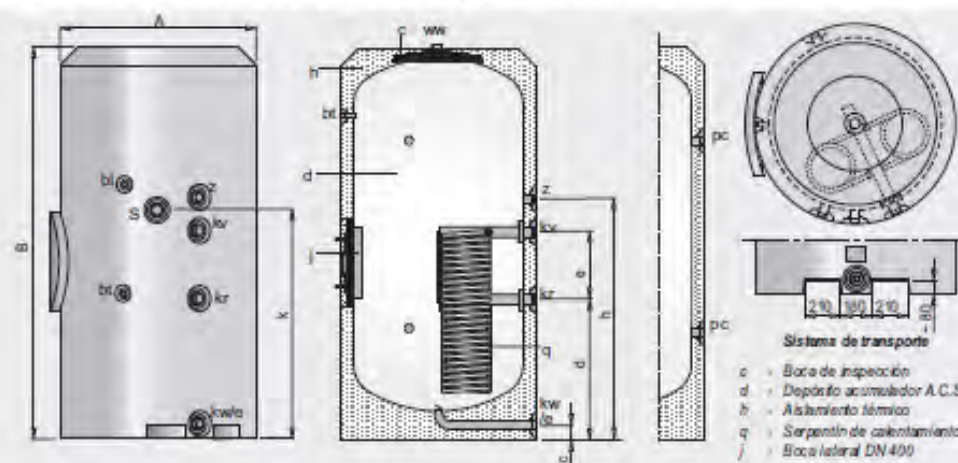
ANEXOS I: FICHAS TÉCNICAS

8.1 Acumulador de ACS

Depósitos de 1500 litros con un serpentín

lapesa

con boca lateral DN400, para producción y acumulación de A.C.S.



Descripción

Depósitos para producción y acumulación de A.C.S., en instalación vertical sobre suelo, como depósito individual, instalación en serie o en paralelo. Fabricado en acero vitrificado, s/DIN 4753.

Capacidad de 1500 litros, con conjunto de serpentines interno para producción de A.C.S.

Aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, libre de CFC.

Deposición de conexión lateral para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento, como sistema de apoyo.

Suministro:

Kit de protección catódica por ánodos de magnesio para montar en la instalación del depósito.

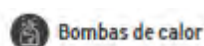
Características técnicas / Conexiones / Dimensiones

		CV-1500-M1B
Capacidad de A.C.S.	litros	1500
Temperatura máxima depósito de A.C.S.	°C	90
Presión máxima depósito de A.C.S.	bar	8
Temperatura máxima circuito de calentamiento	°C	200
Presión máxima circuito de calentamiento	bar	28
Superficie de intercambio circuito de calentamiento	m ²	3,4
Peso en vacío (aprox.)	Kg	418
e: Desagüe	°GAS/M	1-1/2
kr: Entrada agua fría	°GAS/M	1-1/2
ww: Salida A.C.S.	°GAS/M	2
z: Reducción	°GAS/M	1-1/2
bt: Conexión sensores	°GAS/M	3/4
kr: Avance circuito primario	°GAS/M	2
kr: Retorno circuito primario	°GAS/M	2
S: Conexión lateral	°GAS/M	2
pc: Conexión ánodo	°GAS/M	1-1/2
Cota A: Diámetro exterior	mm	1160
Cota B: Longitud total	mm	2320
Cota c:	mm	1500
Cota d:	mm	740
Cota e:	mm	400
Cota f:	mm	1490
Cota g:	mm	1370

B.P.

		CV-1500-M1B
Pérdidas e estáticas	W	169
Clase de eficiencia energética	C	
Volumen	l	1500

8.2 Aerotermo de ACS



aroTHERM Split plus

Datos técnicos

Características	Ud	aroTHERM split plus 4	aroTHERM split plus 6	aroTHERM split plus 8	aroTHERM split 12	aroTHERM split 12 400V	
Alimentación eléctrica UE		230V, 50Hz, 1-/N/PE					400V, 50Hz, 1-/N/PE
Eficiencia Energética Calef. 35 °C/55 °C, Rango A+++ - D		A+++ / A++					
$\eta_{p, \text{ Calefacción}}$	35 °C	%	188	192	203	175	
	55 °C	%	129			142	133
Gas refrigerante		R32					R410A
PCA (Potencia Calefacción Atmosférica)	EN 517/2014	675					2088
CO ₂ equivalente	Por máquina	t	0,68			0,78	7,52
Rango de trabajo (mín - máx)	Calefacción		-25 +43			-25 +20	
	ACS	°C	-25 +43				
	Refrigeración		+15 +46				
Potencia Calefacción (mín - máx) PERMANENTE	A7/W35	kW	2,3-5,4	2,3-7,1	3,0-10,8	5,4-14,0	
	A7/W45		2,0-5,2	2,0-6,9	2,8-9,4	5,3-13,2	
	A7/W55		2,4-5,0	2,4-6,8	3,4-9,1	6,5-14,2	
COP	A7/W35		5,0	4,6	4,8	4,6	
	A7/W45		3,7	3,6	3,9	3,5	
	A7/W55		2,9	2,8	2,9	2,8	
Potencia Refrigeración (mín - máx) PERMANENTE	A35/W7	kW	1,8-4,4	1,8-6,2	2,3-7,4	4,3-9,3	
	A35/W18		2,7-5,1	2,7-6,9	3,5-9,6	6,0-13,0	
EER	A35/W7		3,2	3,0	2,6	2,5	
	A35/W18		4,4	4,2	4,0	3,3	
	Calefacción			6,2			5,5
Temperatura máxima sin resistencia eléctrica de apoyo	ACS	°C	60			62	
Presión sonora (a 1m, exterior a 3m, directo 2 / A 7W35 EN 12102, EN ISO 9614-1)	A7/W35	dB(A)	30			39	
Rendimientos en ACS unitOWER split plus							
Eficiencia Energética ACS Rango A++ - F	Clima cálido		A+				
$\eta_{w, \text{ ACS}}$		%	165		172		159
COP ACS EN 16147 (A14)			6,14		4,31		3,79
Perfil de carga			L				XL
Eficiencia Energética ACS Rango A++ - F	Clima medio		A+				
$\eta_{w, \text{ ACS}}$		%	141		148		147
COP ACS EN 16147 (A7)			3,53		3,69		3,49
Perfil de carga			L				XL
Eficiencia Energética ACS Rango A++ - F	Clima frío		A+				
$\eta_{w, \text{ ACS}}$		%	121			128	
COP ACS EN 16147 (A2)			3,04		3,19		
Perfil de carga			L				XL
Rendimiento en calefacción							
Eficiencia estacional Calefacción etas	Clima cálido W35	%	245	252	257	212	212
	Clima medio W35		188	192	203	175	175
	Clima frío W35		158	162	175	153	153
Calefacción sCOP EN 14825	Clima cálido W35		6,20	6,37	6,51	5,37	5,37
	Clima medio W35		4,79	4,87	5,15	4,45	4,45
	Clima frío W35		4,04	4,13	4,44	3,91	3,91
Eficiencia estacional Calefacción etas	Clima cálido W55	%	165	170	176	158	158
	Clima medio W55		129	129	142	133	133
	Clima frío W55		109	111	122	112	112
Calefacción sCOP EN 14825	Clima cálido W55		4,20	4,32	4,47	4,03	4,03
	Clima medio W55		3,31	3,30	3,63	3,39	3,39
	Clima frío W55		2,80	2,86	3,12	2,86	2,86
Rendimiento en refrigeración							
seER EN 14825	W7		4,69	4,69	5,05	4,57	4,52
	W18		6,94	6,94	7,02		

Características		Ud.	aroTHERM Split plus 4	aroTHERM Split plus 6	aroTHERM Split plus 8	aroTHERM Split 12	aroTHERM Split 12 400V	
Unidad Exterior			VWL 45/8.2 AS 230V S3	VWL 65/8.2 AS 230V S3	VWL 85/8.2 AS 230V S3	VWL 125/5 230V S3	VWL 125/5 400V S3	
Peso neto		kg	107		121	187		
Refrigerante			R32				R410A	
Carga de refrigerante		kg	1,3		1,5	3,6		
Dimensiones sin embalaje	Alt./Ancho/Prof.	mm	765 /1100 / 450		960/1100/450	1.565 /1100 /450		
Caudal máximo ventilación		m³/h	2.250			5100		
Conexiones frigoríficas		"	1/4 - 1/2			3/8 - 5/8		
Distancia entre UI y UE	Mín-máx.	m	3- 40					
Altura máx.entre UI y UE	UE sobre UI	m	30					
Corriente máxima		A	12,0		14,0	21,3		
Potencia sonora EN 12102	ErP	dB(A)	48			60		
Unidad interior - torre hidráulica			VWL 68/8.2 is / VWL 68/8.2 is C2		VWL 88/8.2 is / VWL 88/8.2 is C2	VWL 128/5 is		
Alimentación eléctrica			230 V, 50 Hz, 1~/N/PE					400V, 50Hz,1~/N/PE
Dimensiones sin embalaje	Alt./Ancho/Prof.	mm	1950/595/600				1.880/595/693	
Peso neto		kg	169				160	
Volumen acumulación ACS		l	188				185	
Máx. presión circuito calef.		bar	3					
Caudal bomba a calefacción		m³/h	0,86		1,20	1,80		
Presión disponible		mibar	720		585	515		
Caudal mínimo		m³/h	0,32		0,48	1,18		
Potencia sonora EN 12102	A7/W35	dB(A)	41		42	45		
Conexiones hidráulicas Ida/retorno	ACS	*	G 3/4					
	Circuito calefacción		G 1					
Unidad interior - módulo hidráulico			VWL 67/8.2 is		VWL 87/8.2 is	VWL 127/5 is		
Alimentación eléctrica			230 V, 50 Hz, 1~/N/PE					400V, 50Hz,1~/N/PE
Dimensiones sin embalaje	Alt./Ancho/Prof.	mm	777/440/384				720/440/350	
Peso neto		kg	41				24	
Máx. presión circuito calef.		bar	3					
Caudal bomba a calefacción		m³/h	0,86		1,20	1,80		
Presión disponible		mibar	725		589	810		
Caudal mínimo		m³/h	0,32		0,48	1,18		
Conexiones hidráulicas Ida/retorno	ACS	*	3/4				1	
	Circuito calefacción		1					

8.3 Recuperadores de calor, Estado inicial

Ficha Técnica

SIBER® DF SIBERDUO HE (HyV)

El **SIBERDUO HE** es una unidad de recuperación de energía de alta eficiencia, diseñada para instalaciones de ventilación destinadas a los establecimientos de atención al público, espacios comerciales, servicios e industria (edificios terciarios) que se pueden complementar opcionalmente con las baterías que se muestran más adelante, solicitadas previamente en el pedido del equipo:

VENTAJAS CONSTRUCTIVAS

- Conforme a la directiva europea EU 1253/2014.
- Acorde a la ErP2018, según Directiva 2009/125/CE.
- Estructura formada por bastidores de aluminio extruido y escuadras de PVC de gran robustez.
- Paneles tipo sándwich de 25 mm de espesor, fabricados en chapa de acero galvanizado plastificado exterior y acero galvanizado interior, con aislamiento de 25 mm de lana mineral de 40 Kg/m³ de densidad.
- Intercambiador de calor de contraflujo, fabricado en láminas de aluminio, con plegado doble, excelente estanqueidad, baja pérdida de carga y certificado EUROVENT, con eficiencia superior al 82,10% en condiciones secas según la normativa ErP.
- Filtros planos de baja pérdida de carga, para eficacias IDA-1, IDA-2 e IDA3 (desde M6 hasta F9 en aspiración de aire exterior y aire de retorno). Eficiencia medida de acuerdo con EN 779:2012.
- Ventiladores variables tipo PLUG FAN con motores EC (señal 0 .. 10V).
- Consumo específico de energía SPF inferior al límite indicado en la directiva.
- Bocas circulares reforzadas preparadas para embocar.
- Bandeja de condensadores fabricada en acero INOXIDABLE, con desagüe de 1/2".
- Freecooling / Freeheating con compuerta motorizada de bypass integrada de serie.

MODELOS SIBERDUO HE

Modelo de HE 500 a HE 3000



Modelo de HE 4000 a HE 8000



(*)



CARACTERÍSTICAS DE REGULACIÓN Y CONTROL DE SERIE

- Cuadro de control IP 65 con protecciones eléctricas y controlador electrónico incorporado.
- Controlador EV3 incluido en el cuadro eléctrico del recuperador. El mismo controlador incorpora pantalla LED para visualizar toda la información o realizar modificaciones y ajustes.
- Control de la velocidad del ventilador en modo manual.
- Programación horaria.
- Control del equipo mediante sondas de temperatura ya cableadas en el equipo.
- Función automática e inteligente de Freeheating y Freecooling mediante compuerta de bypass.
- Regulación proporcional de ventiladores con señal 0 /10V. De serie se regula manualmente (BASICO), opcionalmente se permite la regulación automática en función del CO2 (Calidad de aire) o de la Presión (Caudal constante).
- Bornas a disposición del instalador para el ON/OFF Remoto del equipo y Ventilación Forzada.
- Protocolo de comunicación MODBUS RTU de serie.

(*) Certificación Eurovent en el intercambiador

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo		HE 500	HE 1000	HE 1500	HE 2000	HE 3000	HE 4000	HE 6000	HE 8000
Caudal nominal	m³/h	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000
Presión Estática Disponible	PA *	245	60	305	460	600	1020	580	590
Presión sonora a 1 metro	dB(A)	52	54	53	59	62	67	76	78
Potencia Absorbida	kW	0.35	0.35	1.05	1.61	2.75	5.55	7.85	7.85
Intensidad máxima	A	3.75	3.70	5.05	8.05	13.45	13.45	12.45	12.45
SFP int	W/(m³/s)	699	591	674	701	717	858	1436	943
Alimentación Eléctrica	V-Ph-Hz	230 V - II - 50 / 60 Hz					400 V - III - 50 / 60 Hz		
Control de velocidad	V-Ph-Hz	Continuo 0 - 10 V							

* P.E.D. con filtros IDA-2 (M6+FB)

EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN (SEGÚN ECODSIGN ERP 2018)

Modelo		HE 500	HE 1000	HE 1500	HE 2000	HE 3000	HE 4000	HE 6000	HE 8000
Eficiencia Recuperador (%)	Invierno	81.70	81.50	78.30	77.50	77.30	77.50	77.30	82.10
	Verano	77.30	77.00	73.90	73.30	73.30	73.30	73.30	77.70
Potencia térmica recuperada (kW)	Invierno	2.80	5.50	7.90	10.50	15.70	21.00	31.40	44.40
	Verano	1.40	2.70	3.90	5.20	7.70	10.40	15.40	21.90

Condiciones exteriores invierno / verano: T_s/Hr 0°C/80% // 35°C/45%

Condiciones interiores invierno / verano: T_s/Hr 20°C/50% // 25°C/50%

NIVELES ACÚSTICOS DB(A)

Potencia Sonora Radiada Lw (A) por el equipo									
Modelo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	dB (A)
HE 500	58	53	56	57	57	56	36	27	61
HE 1000	59	55	64	57	59	57	38	27	63
HE 1500	64	53	58	58	58	55	36	28	62
HE 2000	65	57	65	63	65	62	43	34	68
HE 3000	64	58	66	65	58	64	44	35	71
HE 4000	71	64	73	70	74	69	50	41	76
HE 6000	90	71	75	82	82	79	59	51	85
HE 8000	92	73	77	84	84	81	61	53	87

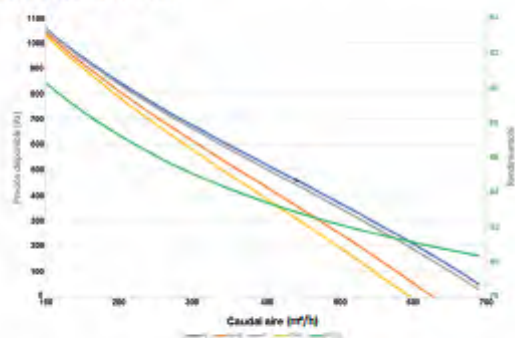
FUNCIONES Y COMPONENTES OPCIONALES

- Control automático de la ventilación por calidad de aire, mediante sonda de CO₂ en retorno o ambiente.
- Control automático de la ventilación a caudal constante mediante sonda de presión instalada de fábrica en la impulsión del equipo.
- Regulación de temperatura para los equipos con batería, mediante sonda de temperatura en impulsión.
- Mando remoto, para montaje en superficie. Permite el control y visualización de la información del recuperador.
- Mando remoto con Bluetooth.
- Tejadillos disponibles y necesarios para su correcta instalación en intemperie.
- Baterías de agua y de expansión directa, humectación adiabática, filtros absolutos HEPA y resistencias eléctricas.

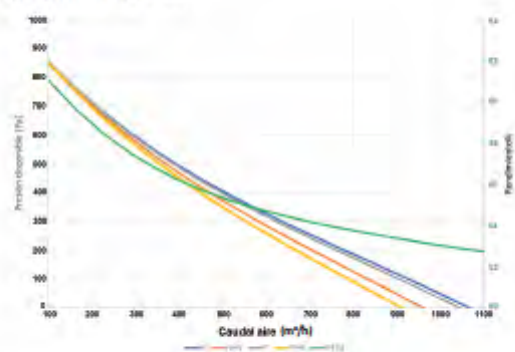


CURVAS CARACTERÍSTICAS (CAUDAL Y RENDIMIENTO)

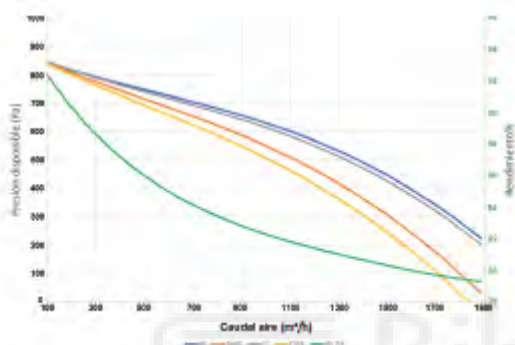
SIBERDUO HE 500



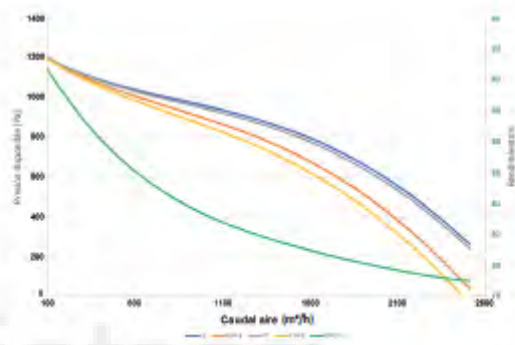
SIBERDUO HE 1000



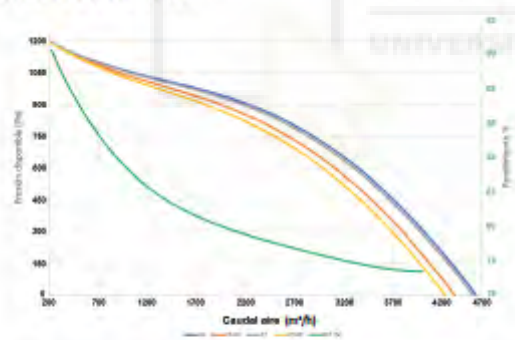
SIBERDUO HE 1500



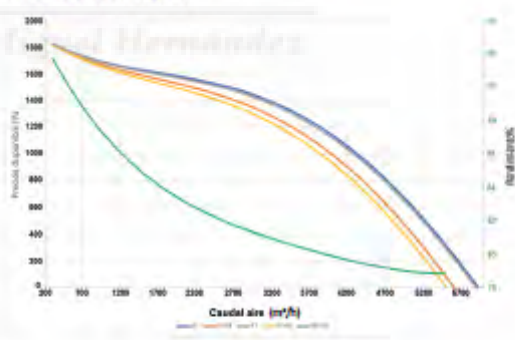
SIBERDUO HE 2000



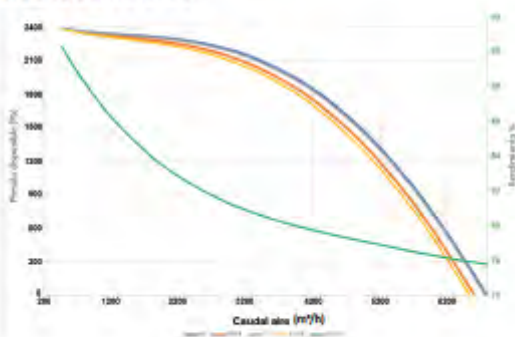
SIBERDUO HE 3000



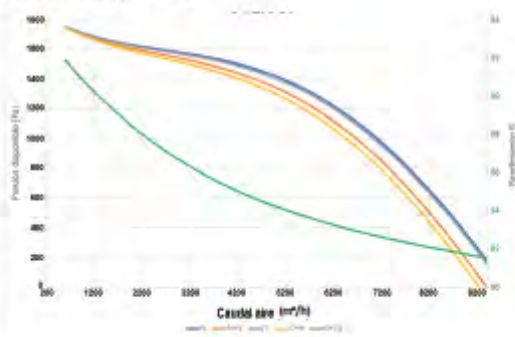
SIBERDUO HE 4000



SIBERDUO HE 6000



SIBERDUO HE 8000



8.4 Nuevo recuperador de calor, MAE 3 y 4

RECUPERADORES DE CALOR ROTATIVOS DE ALTA EFICIENCIA Serie RHE



**Ampliación de gama:
Nuevos modelos hasta 15.000 m³/h**



Configuración constructiva de los modelos RHEVD: Descarga vertical.



Configuración constructiva de los modelos RHEHDR: Descarga horizontal y acceso por el lado derecho.

Recuperadores de calor rotativos de alta eficiencia (hasta 88%) con ventiladores tipo plug-fan de palas a reacción y motor de rotor exterior EC. Carcasa autoportante con panel sandwich de 50 mm (lana mineral, 40 kg/m³, conductividad térmica 0,037 W/mK). Chapa exterior pintada en RAL7024 de gran resistencia contra corrosión (clase: RC5) y contra rayos UVA (clase: RUV5) según norma EN 10169 y cara interior en acero galvanizado. Pies de acero de 3 mm, pintados RAL9011, de 100 mm de altura (excepto modelos RHE 6000 a 10000, que van montados sobre una base), con posibilidad de montar soportes antivibratorios o niveladores (como accesorios). Fácil acceso a todos los componentes y a la electrónica, gracias a sus amplias puertas con bisagras. Conexiones circulares con juntas de estanqueidad clase D de VELODUCT® hasta el caudal 3.500, conexiones rectangulares para los caudales 4.500, 6.000, 8.000, 10.000 y 15.000.

Ventilador / Motor

Ventiladores tipo plug-fan de palas a reacción y motor de rotor exterior EC con rodamientos de engrase permanente, protección electrónica integrada (rotor bloqueado, error de fase, baja tensión, temperatura, cortocircuito). Protección IP54, Clase B (modelos 8000/10000/15000, Clase F).

Aplicaciones

Locales comerciales, oficinas, hostelería, edificios públicos, escuelas.

Gamas

Versiones:

- descarga horizontal (HD).
- descarga vertical (VD).
- descarga horizontal para instalación en intemperie (HD OI).

Tamaños: 700 m³/h, 1.300 m³/h, 1.900 m³/h, 2.500 m³/h, 3.500 m³/h, 4.500 m³/h, 6.000 m³/h, 8.000 m³/h, 10.000 m³/h y 15.000 m³/h.

Modelos:

- RHE D: sin aporte adicional de calefacción.
- RHE DI: con batería eléctrica integrada.
- RHE DC: con batería de agua caliente integrada.
- RHE DFR: con batería de 2 filas, reversible de agua caliente/agua fría integrada (la versión con batería de agua fría sólo para los modelos HD).
- RHE DFR4R: con batería de 4 filas, reversible de agua caliente/agua fría integrada (para modelos 6000, 8000, 10000 y 15000).
- RHE DC/DF: con 2 baterías independientes integradas (agua fría y agua caliente).
- RHE DX: batería de expansión directa integrada (sólo en versiones de descarga horizontal, HD, excepto en el modelo 15000).

Gama de productos según tipo de control integrado (Plug & Play):

VAV - caudal de aire variable
La velocidad se puede ajustar con una señal 0-10V o bien con el mando con pantalla táctil (incluido) o con un sensor de CO₂, temperatura o humedad relativa (accesorios).
CAV - caudal constante.
Selección manual de 2 puntos de trabajo.
Los ventiladores están controlados por separado.
COP - presión constante.
La presión se mide con un sensor de presión externo (accesorio) montado en el tubo de aspiración o descarga.

RHE - gama estándar

RHE-S0 - gama con rueda de adsorción



Recuperación de calor

Serie RHE**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Datos de las baterías de agua caliente/fría (DC-DFR) para los equipos de descarga horizontal (HD)

RHE 4500 HD - Caudal 4500 m³/h											
Aire exterior	Aire extracción	Aire impulsado a la entrada de la batería (después del recuperador)	Agua T (°C)	Potencia (kW)	Aire impulsado a la salida de la batería		Pérdida de carga del aire (Pa)	Caudal agua (l/h)	Pérdida de carga agua (kPa)	Conexión batería Ø (")	Válvula de 3 vías recomendada
- 10°C - 90% RH	20°C - 50% RH	12°C - 47% RH	45/40	20,86	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	43	3611	4,5	3/4	3WV DN32 KVS16 PROP 24V
			60/40	23,7				1033	7,9		3WV DN20 KVS4 PROP 24V
			80/60	38,37				1692	12,2		3WV DN20 KVS4 PROP 24V
			90/70	45,67				2027	14,9		3WV DN20 KVS4 PROP 24V
35°C - 40% RH	26°C - 50% RH	29°C - 58% RH	7/12	12,89	23	77	95	2216	21,8	3/4	3WV DN20 KVS4 PROP 24V

RHE 6000 HD- Caudal 6000 m³/h																
Aire exterior	Aire extracción	Aire impulsado a la entrada de la batería (después del recuperador)	Agua T (°C)	Tipo de batería	Potencia (kW)	Aire impulsado a la salida de la batería		Pérdida de carga del aire (Pa)	Caudal agua (l/h)	Pérdida de carga agua (kPa)	Conexión batería Ø (")	Válvula de 3 vías recomendada				
						Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)									
- 10°C - 90% RH	20°C - 50% RH	13°C - 48% RH	45/40	DC/DFR	26	26	21	37	4.568	15	1	3WV DN25 KVS10 PROP 24V				
				DFR4R	43	35	13	71	7.824	27,3	1 1/4	3WV DN40 KVS16 PROP 24V				
			60/40	DC/DFR	29	28	20	37	1.279	5,5	1	3WV DN25 KVS4,3 PROP 24V				
				DFR4R	53	39	10	71	2.347	9,4	1 1/4	3WV DN25 KVS4,3 PROP 24V				
			80/60	DC/DFR	50	38	11	37	2.184	7	1	3WV DN25 KVS10 PROP 24V				
				DFR4R	86	55	4	71	3.840	10,9	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V				
			90/70	DC/DFR	60	42	9	37	2.643	8	1	3WV DN25 KVS10 PROP 24V				
				DFR4R	-	-	-	-	-	-	-	-				
			35°C - 40% RH	26°C - 50% RH	28°C - 59% RH	7/12	DFR	17	22	78	84	2.847	9,7	1	3WV DN25 KVS10 PROP 24V	
							DFR4R	29	16	92	137	5.011	14,7	1 1/4	3WV DN40 KVS16 PROP 24V	

RHE 8000 HD - Caudal 8000 m³/h																	
Aire exterior	Aire extracción	Aire impulsado a la entrada de la batería (después del recuperador)	Agua T (°C)	Tipo de batería	Potencia (kW)	Aire impulsado a la salida de la batería		Pérdida de carga del aire (Pa)	Caudal agua (l/h)	Pérdida de carga agua (kPa)	Conexión batería Ø (")	Válvula de 3 vías recomendada					
						Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)										
- 10°C - 90% RH	20°C - 50% RH	13°C - 48% RH	45/40	DC/DFR	36	27	21	32	6.311	15,7	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V					
				DFR4R	60	35	12,5	60	10.605	16,5	1 1/2	3WV DN40 KVS25 PROP 24V					
			60/40	DC/DFR	41	28	19	32	1.779	5,6	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V					
				DFR4R	71	39	10	60	3.145	5,5	1 1/2	3WV DN40 KVS16 PROP 24V					
			80/60	DC/DFR	69	38	11	32	3.024	7,2	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V					
				DFR4R	117	56	4	60	5.189	7,3	1 1/2	3WV DN40 KVS16 PROP 24V					
			90/70	DC/DFR	82	46	8	32	3.655	8,2	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V					
				DFR4R	-	-	-	-	-	-	-	-					
			35°C - 40% RH	26°C - 50% RH	28°C - 59% RH	7/12	DFR	23	22	78	72	3.981	10,1	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V		
							DFR4R	48	17	93	118	8.377	13,3	1 1/2	3WV DN40 KVS25 PROP 24V		

RHE 10000 HD - Caudal 10000 m³/h																
Aire exterior	Aire extracción	Aire impulsado a la entrada de la batería (después del recuperador)	Agua T (°C)	Tipo de batería	Potencia (kW)	Aire impulsado a la salida de la batería		Pérdida de carga del aire (Pa)	Caudal agua (l/h)	Pérdida de carga agua (kPa)	Conexión batería Ø (")	Válvula de 3 vías recomendada				
						Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)									
- 10°C - 90% RH	20°C - 50% RH	13°C - 51% RH	45/40	DC/DFR	46	27	22	29	8.019	22	1 1/4	3WV DN32 KVS16 PROP 24V				
				DFR4R	77	36	13	56	13.420	24,9	1 1/2	3WV DN40 KVS25 PROP 24V				
			60/40	DC/DFR	52	28	20	29	2.290	6,1	1 1/4	3WV DN25 KVS10 PROP 24V				
				DFR4R	92	40	10	56	4.028	6,2	1 1/2	3WV DN40 KVS16 PROP 24V				
			80/60	DC/DFR	87	39	12	29	3.864	8,4	1 1/4	3WV DN32 KVS16 PROP 24V				
				DFR4R	149	57	4	56	6.607	8,8	1 1/2	3WV DN40 KVS25 PROP 24V				
			90/70	DC/DFR	105	44	8	29	4.662	9,9	1 1/4	3WV DN32 KVS16 PROP 24V				
				DFR4R	-	-	-	-	-	-	-	-				
			35°C - 40% RH	26°C - 50% RH	28°C - 60% RH	7/12	DFR	30	22	80	68	5.227	13,2	1 1/4	3WV DN32 KVS16 PROP 24V	
							DFR4R	64	17	93	111	11.025	19,6	1 1/2	3WV DN40 KVS25 PROP 24V	

8.5 Climatización: Enfriadora modular *inverter*, Estado inicial

ESPECIFICACIONES



Modelo			CAG090H1AH	CAG120H1AH	CAG140H1AH
Refrigeración (LWT 7 °C / OAT 35 °C)	Capacidad	kW	65	100	130
	Potencia utilizada	kW	23,05	30,86	44,83
	EER	W/W	2,82	3,24	2,90
Refrigeración (LWT 18 °C / OAT 35 °C)	Capacidad	kW	73	110	145
	Potencia utilizada	kW	18,06	25,40	40,28
	EER	W/W	3,85	4,70	3,60
Calentación (LWT 35 °C / OAT 7 °C)	Capacidad	kW	71	110	142
	Potencia utilizada	kW	16,14	20,00	30,87
	COP	W/W	4,40	5,00	4,60
Calentación (LWT 45 °C / OAT 7 °C)	Capacidad	kW	71	110	142
	Potencia utilizada	kW	18,93	24,20	36,90
	COP	W/W	3,75	4,13	3,85
Calentación (LWT 55 °C / OAT 7 °C)	Capacidad	kW	71	110	142
	Potencia utilizada	kW	22,90	29,10	43,50
	COP	W/W	3,10	3,44	3,26
Eficiencia energética estacional	SEER	W/W	4,60	4,88	4,82
	rs,c	—	181	192	190
	SCOP (35 °C)	W/W	4,51	4,85	4,60
	rs,h	—	178	191	181
	SCOP (35 °C)	W/W	3,65	3,85	3,80
Rango de temperatura de funcionamiento	—	—	145	151	149
	Refrigeración	°C	-20/-13	-20/-13	-20/-13
	Calentación	°C	-30/-10	-30/-10	-30/-10
Rango de temperatura del agua de salida	Refrigeración	°C	-5/-20	-5/-20	-5/-20
	Calentación	°C	20/-10	20/-10	20/-10
Fuente de alimentación	PtV/Hz		3N-/380-415V/50Hz	3N-/380-415/50Hz	3N-/380-415/50Hz
Nivel de potencia acústica	dB(A)		88	88	91
Nivel de presión acústica	dB(A)		71	70	72
Intercambiador de calor tipo lado del agua	—		Intercambiador de calor de carcasa y tubos	Intercambiador de calor de carcasa y tubos	Intercambiador de calor de carcasa y tubos
Intercambiador de calor tipo lado del aire	—		Tubo de cobre y aleta de aluminio	Tubo de cobre y aleta de aluminio	Tubo de cobre y aleta de aluminio
Tipo de aceleración refrigerante	—		Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica	Válvula de expansión electrónica
Compresor	Tipo		Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
	Cantidad		1	2	2
	Tipo		R32	R32	R32
Refrigerante	Carga	kg	30	33*2	33*2
	CO2e	l	6,75	14,85	14,85
	Tipo		Axial	Axial	Axial
Ventilador	Tipo de motor		Motor de CC	Motor de CC	Motor de CC
	Caudal de aire	m³/h	25 400	20 500	25 400
	Cant.		1	2	2
Sistema de agua	Caída de presión del agua	kPa	33	40	60
	Caudal de agua (refrigeración)	m³/h	11,2	17,2	22,4
	Caudal de agua (calefacción)	m³/h	12,2	17,2	24,4
	Máx. Presión	MPa	1	1	1
	Tamaño de la tubería de agua (entrada/salida)	—	DN50/DN50	DN65/DN65	DN65/DN65
Dimensión neta	An x Pr x Al	mm	1265 x 1210 x 2260	2260 x 1255 x 2260	2260 x 1255 x 2260
Dimensión bruta	An x Pr x Al	mm	1280 x 1250 x 2400	2280 x 1275 x 2400	2280 x 1275 x 2400
Peso	Peso neto	kg	500	910	910
	Peso bruto	kg	515	940	940
	Peso en funcionamiento	kg	525	940	940

8.6 Climatización: Sistema VRF, MAE 2, 3 y 4

PUHY-P700-900YHW - 2 MÓDULOS			2 módulos				
	MODELO		PUHY-P700YSHW-A2	PUHY-P750YSHW-A2	PUHY-P800YSHW-A2	PUHY-P850YSHW-A2	PUHY-P900YSHW-A2
Capacidad Nominal	Refrigeración / Calefacción (Nominal Max)	kW	80 / 90	85 / 95	90 / 101	95 / 106	100 / 112
Consumo Nominal	Refrigeración / Calefacción (Nominal Max)	kW	28,08 / 24,85	32,56 / 26,53	33,96 / 28,85	37,69 / 30,72	38,91 / 33,03
Eficiencia Energética	EER / COP / COP*1		2,77 / 3,65 / 3,92	2,61 / 3,58 / 3,82	2,65 / 3,50 / 3,75	2,52 / 3,45 / 3,68	2,57 / 3,39 / 3,63
	(*1: Bajo condiciones EUROVENT)						
	SEER / SCOP (EN14825)		6,15 / 4,33	5,90 / 4,14	6,22 / 4,32	5,99 / 4,16	6,28 / 4,32
Interiores Conectables	Capacidad Total de la unidad exterior				50 ~ 130%		
	Modelo / Cantidad				P15-P230 / 2-50		
Alimentación		Fases, V/Hz			3, 380V-415V/50-60Hz		
Intensidad Máxima		A	52,8	58,3	63,5	69	74,2
Diam. Tuberias líquido/gas		mm	19,05 / 34,93	19,05 / 34,93	19,05 / 34,93	19,05 / 41,28	19,05 / 41,28
Nivel Sonoro (refrigeración/calefacción)		dB(A)	65,0/67,5	67,0/69,0	67,5/71,0	68,5/73,0	68,5/74,0
Potencia sonora (refrigeración/calefacción)		dB(A)	83,0/87,0	84,0/88,0	85,0/91,0	86,0/91,0	87,0/93,0
Módulos	PUHY-PHYNH-A		350 + 350	350 + 400	350 + 450	400 + 450	450 + 450
Kit de conexión incluido en el set			CMY-Y200VBK2	CMY-Y200VBK2	CMY-Y200VBK2	CMY-Y200VBK2	CMY-Y200VBK2
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)		mm	2.480 x 1.858 x 740	2.480 x 1.858 x 740	2.480 x 1.858 x 740	2.480 x 1.858 x 740	2.480 x 1.858 x 740
Refrigerante R410A	Pre-carga Kg / PCA / TCO, eq		19,6 / 2,088 / 40,92	19,6 / 2,088 / 40,92	20,6 / 2,088 / 43,01	20,6 / 2,088 / 43,01	21,6 / 2,088 / 45,10



8.7 Paneles solares

Hi-MO X10 Scientist

LR7-72HVH 640~670M

24.8%
MAX. EFICIENCIA
DE PANEL

0~3%
TOLERANCIA
DE POTENCIA

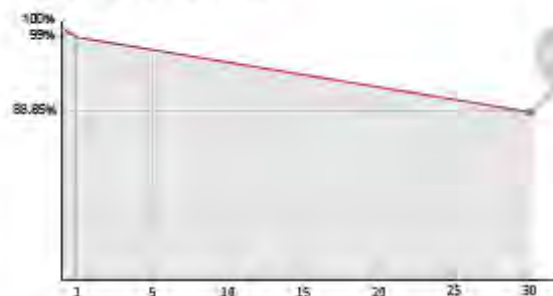
<1%
DEGRADACIÓN DE POTENCIA
DEL PRIMER AÑO

0.35%
DEGRADACIÓN DE POTENCIA
AÑOS 2-30

BC-CELL
MENOR
TEMPERATURA
DE FUNCIONAMIENTO

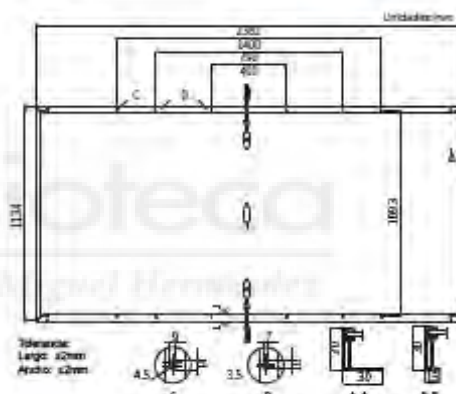
Valor añadido

30 años de garantía de potencia



Parámetros mecánicos

Configuración de células	144 (6X24)
Caja de conexión	IP68, tres diodos
Cable de salida	4mm ² , +400, -200mm/s1400mm Longitud personalizable
Vidrio	Vidrio frontal templado de 3,2mm
Marco	Marco de aleación de aluminio anodizado
Peso	28,5kg
Dimensiones	2382X1134X30mm
Embalaje	36uds. por palet/ 144uds. por 20'GP / 720uds. por 40'HQ



Características eléctricas	STC : AM1,5 1000W/m ² 25°C		NOCT : AM1,5 800W/m ² 20°C 1m/s		Intervalo de prueba para Pmax <3%							
Modelo de panel	LR7-72HVH-640M		LR7-72HVH-650M		LR7-72HVH-655M		LR7-72HVH-660M		LR7-72HVH-665M		LR7-72HVH-670M	
Condición de la prueba	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia máxima (Pmax/W)	640	487	645	491	650	495	655	499	660	502	665	506
Tensión en circuito abierto (Voc/V)	52,70	51,04	52,80	51,13	52,90	51,23	53,00	51,32	53,10	51,42	53,20	51,51
Corriente de cortocircuito (Isc/A)	15,13	12,15	15,21	12,22	15,29	12,28	15,37	12,34	15,45	12,41	15,52	12,47
Tensión a máxima potencia (Vmp/V)	44,36	42,15	44,48	42,25	44,56	42,35	44,66	42,44	44,76	42,54	44,86	42,63
Corriente a máxima potencia (Imp/A)	14,43	11,96	14,51	11,63	14,59	11,60	14,67	11,75	14,75	11,82	14,83	11,88
Eficiencia de módulo (%)	23,7		23,9		24,1		24,2		24,4		24,5	

Parámetros operativos

Temperatura operativa	-40°C ~ +85°C
Tolerancia de generación de potencia	0 ~ 3%
Tensión máxima del sistema	DC1500V (IEC)
Clasificación máxima del fusible de serie	25A
Temperatura operativa nominal de la célula	45±2°C
Tipo de protección	Clase II
Clase de resistencia al fuego	IEC Clase C

Cargas mecánicas

Carga estática máxima en la cara delantera	5400Pa
Carga estática máxima en la cara trasera	2400Pa
Prueba de granizo	Pedrisco de 45mm a velocidad de 30 m/s

Clasificaciones de temperatura (STC)

Coefficiente de temperatura de Isc	-0,050%/°C
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,200%/°C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0,260%/°C

LONGi

Las especificaciones contenidas en esta ficha técnica están sujetas a cambios sin aviso previo. LONGi se reserva el derecho a la interpretación final (20250313 BGV02).

8.8 Ventanas, Estado inicial

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.4 W/(m²K)
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 61%
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 81%
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-1; -5)

SGG CLIMALIT PLUS PLANITHERM XN F2

Vidrio exterior

De baja emisividad térmica PLANITHERM XN

Espesor (mm)

☒ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 8

Cámara

Aire

☐ Gas argón

Espesor de la cámara (mm)

☐ 10

☐ 12

☐ 14

☒ 16

☐ 18

☐ 20

Vidrio interior

PLANICLEAR

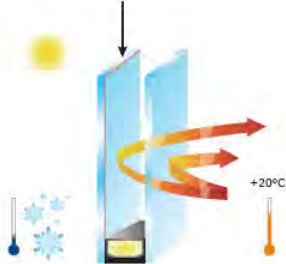
Espesor (mm)

☒ 4

☐ 5

☐ 6

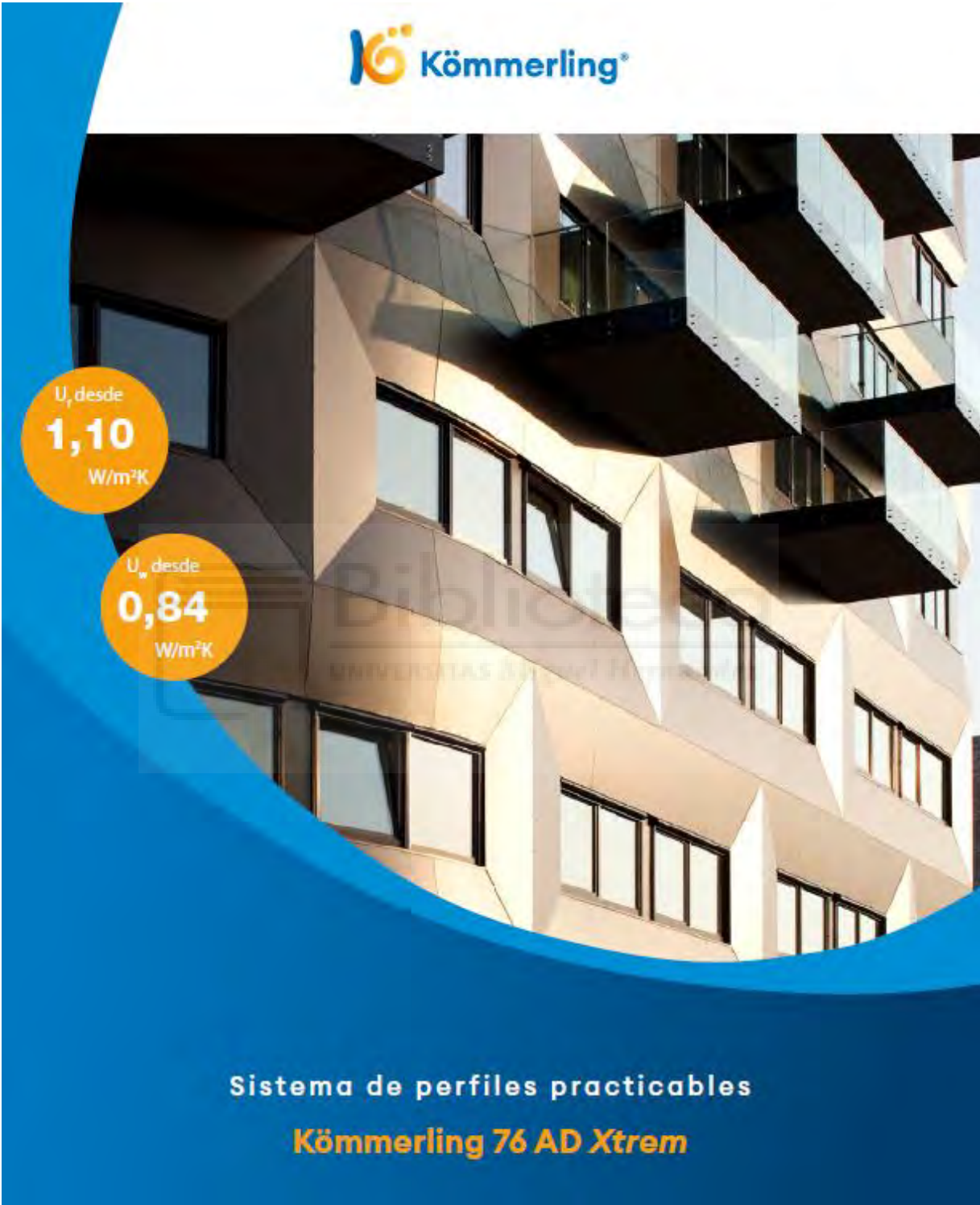
☐ 8



JOSE ANDRÉU LARROSA

Página 104 de 340

8.9 Marcos y ventanas, MAE 4





$U, \text{ desde } 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U, \text{ desde } 0,84 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sistema de perfiles practicables
Kömmerling 76 AD Xtrem

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Sistema de 76mm con **5 cámaras estancas y doble junta**.
- Diseño de líneas rectas y hoja retranqueada en un perfil con una estética muy cuidada.
- Transmitancia térmica de la carpintería (U_f) **desde 1,10 W/m²K**.
- Transmitancia térmica de la ventana (U_j) **desde 0,84 W/m²K**.
- Reducción acústica de **hasta 47 dB**.
- Refuerzo de acero zincado de alta inercia con gran desarrollo que permite aumentar la rigidez del sistema y que conforma una cámara adicional incrementando el aislamiento del conjunto.
- Profundidad del galce de entre **16 y 50 mm**.
- Canal de herraje estándar con un rebaje que facilita el montaje y estabilidad de las piezas.
- Junquillos con juntas coextrusionadas con cuidada apariencia visual y de fácil limpieza.
- Unión de las esquinas soldadas que aumenta la estabilidad mecánica del conjunto.
- Disponible en toda la gama de colores foliados de KÖMMERLING.
- Perfil greenline®, 100% reciclable y libre de plomo.



ENSAYOS

CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO. Según UNE EN 1435:2006+A1:2011

TIPO DE VIDRIO	VIDRIO R_{Wj} (C,Cu)	VENTANA SIN PERSIANA R_{Wj} (C,Cb)	VENTANA CON SOLARIS R_{Wj} (C,Cb)
VIDRIO 4/16arg/4	30 (-1,-4)	33 (-2,-5)*	32 (-2,-5)*
VIDRIO 4/12arg/4/12arg/4	32 (-1,-5)	33 (-2,-5)*	32 (-2,-5)*
VIDRIO 66.2Si/20Arg/44.2Si	48 (-2,-8)	47 (-2,-7)*	41 (-2,-5)*

* Ventana ensayada 1280x1480 mm.
Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA. Según UNE EN 10077-1

U_f W/m²K	VIDRIO		VENTANA SIN PERSIANA
	U_g W/m²K	g_g W/m²K	U_{jg} W/m²K
1,2	1,3	0,08	1,47
	1,00	0,092	1,14
	0,6	0,090	0,56
1,1	0,6	0,090	0,54

* Ventana ensayada 1230x1480 mm.
Los vidrios son orientativos y los valores pueden variar en función del fabricante.

CÁLCULO DE VALORES FÍSICOS. Ventana 1 hoja 1230x1480

RESISTENCIA AL VIENTO	UNE EN 1221:2000	Clase C5
ESTANQUEIDAD AL AGUA	UNE EN 1027:2000	Hasta E1950
PERMEABILIDAD AL AIRE	UNE EN 1028:2000	Clase 4

Solicitud

☒ Baja emisividad térmica + Aislamiento acústico

☒ Incoloro

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.1 W/(m²K)
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 58%
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 75%
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 39 (-1; -5)

Vidrio exterior

☒ Laminar acústico

Espesor (mm)

☐ 3+3

☐ 4+4

☐ 5+5

☒ 6+6

☐ 8+8

☐ 10+10

Cámara

☐ Aire

☒ Gas argón

Espesor de la cámara (mm)

☐ 10

☐ 12

☒ 14

☐ 16

☐ 18

☐ 20

Vidrio interior

☒ De baja emisividad térmica

☐ Laminar de baja emisividad térmica

Espesor (mm)

☐ 4

☒ 6

☐ 8

8.10 Puertas

FICHA TÉCNICA

PUERTA MILLENNIUM PLUS 80

RPT



Transmitancia

$U_w \geq 0,8$ (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

Aislamiento acústico

Máximo acristalamiento **64 mm**

Mínimo acristalamiento **15 mm**

Máximo aislamiento acústico **Rw = 40 dB**

Secciones

Espesor perfilaría

Marco	80 mm	Puerta	2,0 mm
Hoja	80 mm		

Longitud varilla pollamida **34 mm**

Dimensiones máximas / hoja

	Puerta	Puerta bisagras ocultas
Ancho (L)	1800 mm	1500 mm
Alto (H)	3000 mm	3000 mm

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.

Peso máximo / hoja **220 kg**

Posibilidades de apertura

Apertura interior: practicable de 1 y 2 hojas

Apertura exterior: practicable de 1 y 2 hojas

Apertura automática: practicable interior y exterior de 1 hoja

Categorías alcanzadas en banco de ensayos

Protección frente a los agentes atmosféricos.

Permeabilidad al aire

(UNE-EN 12207): Clase 4

Estanqueidad al agua

(UNE-EN 12208): Clase 6A

Resistencia al viento

(UNE-EN 12210): Clase C4

* Ensayo referencia AEV 1,20 x 2,30 m / 1 hoja.

Resistencia al Impacto de cuerpo blando

(UNE-EN 13049): Clase 5 (máx)

* Ensayo referencia puerta 1,80 x 2,20 m / 2 hojas.
Vidrio laminar 3+3

Resistencia a apertura y cierres repetidos

(UNE-EN 1191): 1.000.000 ciclos

* Ensayo de referencia puerta 2,10 x 2,20 m, 1 hoja.

Resistencia a la efracción

(UNE-EN 1627): Grado RC2 (WK2)

Ensayo probado por
ALUMINIOS CORTIZO S.A.U.

Aleaciones **6063 T-5**

Acabados

Posibilidad bicolor.

Lacado colores (RAL, moteados y rugosos).

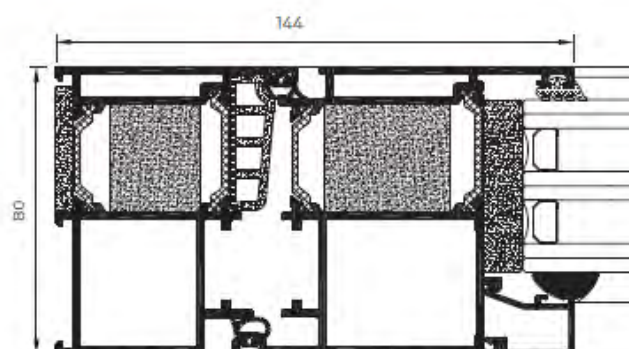
Según sello Qualicoat >60 micras

Lacado imitación madera.

Según sello Qualideco

Anodizado.

Según sello Ewwa Süsser / Standard Clase 15 / Posibilidad Clase 20 y 25



ANEXO II: GENERACIÓN PVGIS

9.1 Estado inicial



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.277,-0.885
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH3
Tecnología FV: Cryst Sil Original
FV instalado: 21.45 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 36 (opt) °
Ángulo de azimut: 0 (opt) °
Producción anual FV: 34875.8 kWh
Irradiación anual: 2183.72 kWh/m²
Variación interanual: 920.47 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -2.53 %
Efectos espectrales: 0.55 %
Temperatura y baja irradiancia: -11.66 %
Pérdidas totales: -25.54 %

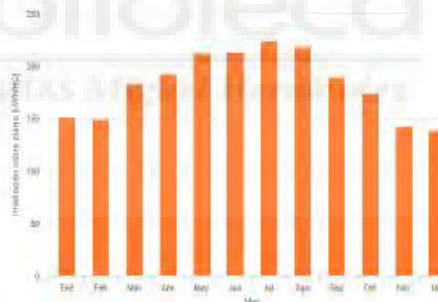
Perfil del horizonte en la localización seleccion



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2545.8	150.1	248.1
Febrero	2484.3	148.7	231.5
Marzo	2985.9	182.7	324.3
Abril	3080.0	182.2	233.9
Mayo	3329.7	211.8	226.9
Junio	3280.3	212.8	102.0
Julio	3399.3	223.2	85.4
Agosto	3338.1	218.3	103.8
Septiembre	2950.8	189.6	182.5
Octubre	2770.3	173.3	210.2
Noviembre	2363.5	142.5	220.1
Diciembre	2347.8	138.3	196.6

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea garantiza este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y los proyectos de la Unión Europea en general. El acceso público no implica la responsabilidad de la información presentada y el uso. La información presentada en este sitio es solo para fines informativos y no debe ser utilizada para fines comerciales. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los contenidos que pueden surgir de otros sitios web o de otros servicios en línea.

PVGIS © Unión Europea, 2001-2026.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2026/04/12

Joint
Research
Centre

9.2 MAE 1, 2, 3 y 4



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

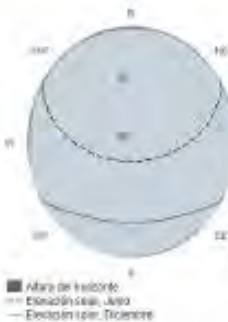
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.277,-0.685
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH3
Tecnología FV: Cryst Sil Original
FV Instalado: 29.25 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

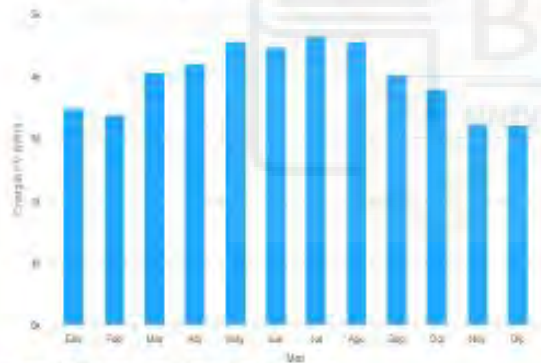
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 36 (opt) *
Ángulo de azimut: 0 (opt) *
Producción anual FV: 47557.91 kWh
Irradiación anual: 2183.72 kWh/m²
Variación interanual: 1255.19 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -2.53 %
Efectos espectrales: 0.55 %
Temperatura y baja irradiancia: -11.66 %
Pérdidas totales: -25.54 %

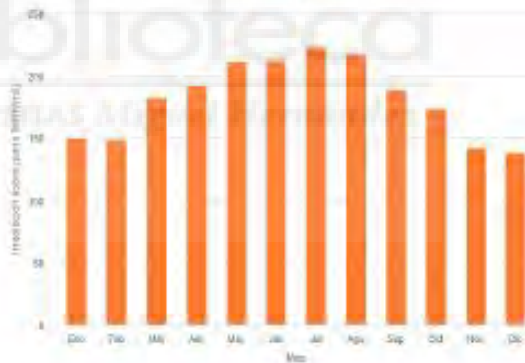
Perfil del horizonte en la localización seleccion:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(t)_m	SD_m
Enero	3471.6	150.1	338.3
Febrero	3387.7	148.7	315.7
Marzo	4071.7	182.7	442.3
Abril	4199.9	192.2	319.0
Mayo	4540.5	211.8	309.4
Junio	4473.1	212.8	139.1
Julio	4635.4	223.2	116.5
Agosto	4552.0	218.3	141.5
Septiembre	4023.8	189.6	221.5
Octubre	3777.6	173.3	286.6
Noviembre	3223.0	142.5	300.2
Diciembre	3201.6	138.3	268.0

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(t)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea garantiza que esta información es correcta y no se responsabiliza de los errores de los usuarios de la información. La Comisión Europea no se responsabiliza de los errores de los usuarios de la información. La Comisión Europea no se responsabiliza de los errores de los usuarios de la información.

PVGIS © Unión Europea, 2001-2025.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.
Informe creado el 2026/04/22

ANEXO III: JUSTIFICACIÓN HE0

ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	133
1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.	112
1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.	41
1.3. Horas fuera de consigna	42
2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	134
2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.	112
2.2. Resultados mensuales.	49
2.2.1. Consumo de energía final del edificio.	112
2.2.2. Horas fuera de consigna	113
3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS	113
4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.	114
4.1. Energía eléctrica producida in situ.	114
4.2. Energía térmica producida in situ.	114
4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.	114
5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.	114
5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.	114
5.2. Demanda energética de ACS.	115
6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	115
6.1. Zonificación climática	115
6.2. Definición de los espacios del edificio.	115
6.2.1. Agrupaciones de recintos.	115
6.2.2. Condiciones operacionales	118
6.2.3. Solicitaciones interiores y niveles de ventilación	119
6.2.4. Carga interna media	121
6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.	121
6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.	121

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$C_{ep,nren} = 32.20 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 50 + 8 \cdot C_{FI} = 77.92 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



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), 3.49 W/m².

1.2. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria total.

$$C_{ep,tot} = 80.26 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 150 + 9 \cdot C_{FI} = 181.41 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



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), 3.49 W/m².

1.3. Horas fuera de consigna

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0.04 \cdot t_{ocu} = 141.92 \text{ h/año}$$



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.

2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

2.1. Consumo energético de los servicios técnicos del edificio.

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

EDIFICIO ($S_u = 1689.57 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	18024.39	10.67	20886.52	12.36	4088.77	2.42
Refrigeración	5083.51	3.01	8150.51	4.82	4381.07	2.59
ACS	28529.07	16.89	32997.38	19.53	6381.52	3.78
Ventilación	22461.79	13.29	36014.96	21.32	19359.14	11.46
Iluminación	23423.39	13.86	37557.55	22.23	20188.72	11.95
	97522.14	57.72	135606.92	80.26	54399.22	32.20

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_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

2.2. Resultados mensuales.

2.2.1. Consumo de energía final del edificio.

		Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año) (kWh/m²·año)	
EDIFICIO (S _u = 1689.57 m²)															
Demanda energética	Calefacción	5465.6	4087.3	3443.2	1730.8	995.3	79.9	2.5	0.6	1.6	102.1	1788.2	4536.9	22234.1	13.2
	Refrigeración	24.4	122.7	104.9	116.3	902.1	2469.6	5484.5	6226.9	3950.6	2095.0	399.2	28.3	21924.4	13.0
	ACS	2658.3	2353.6	2553.3	2406.8	2382.1	2203.8	2172.5	2172.5	2153.4	2396.0	2471.0	2605.8	28529.0	16.9
	TOTAL	8148.2	6563.5	6101.4	4254.0	4279.6	4753.3	7659.4	8400.0	6105.7	4593.0	4658.3	7171.0	72687.5	43.0
Medioambiente	Calefacción	3430.7	2533.0	2056.5	957.9	504.6	20.1	3.6	2.9	2.4	13.3	954.5	2801.7	13281.1	7.9
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	ACS	1973.0	1746.9	1895.1	1786.4	1768.1	1635.7	1612.4	1563.2	1598.3	1778.3	1834.0	1934.1	21125.3	12.5
Electricidad	Calefacción	1225.2	904.6	734.5	342.1	180.2	7.2	1.3	1.0	0.8	4.7	340.9	1000.6	4743.2	2.8
	Refrigeración	6.2	28.9	25.8	30.6	224.5	587.1	1268.6	1429.1	902.6	481.5	90.9	7.7	5083.5	3.0
	ACS	685.3	606.7	658.2	620.5	614.1	568.1	560.0	609.3	555.1	617.7	637.0	671.8	7403.7	4.4
	Ventilación	1938.8	1722.3	1936.3	1794.5	1938.8	1864.1	1866.6	1938.8	1791.9	1938.8	1866.6	1864.1	22461.7	13.3
	Control de la humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Iluminación	2019.5	1796.1	2013.3	1878.9	2019.5	1938.8	1953.4	2019.5	1872.7	2019.5	1945.0	1947.1	23423.3	13.9
C _{ef,total}		11278.7	9338.4	9319.7	7410.7	7249.8	6621.1	7265.9	7563.9	6723.8	6853.8	7669.0	10227.0	97521.9	57.7

donde:

 S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m². $C_{ef,total}$: Consumo de energía en punto de consumo (energía final), kWh/m²·año.**2.2.2. Horas fuera de consigna**

Se indica el número de horas en las que la temperatura del aire de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de las temperaturas de consigna de calefacción o de refrigeración, con un margen superior a 1°C para calefacción y 1°C para refrigeración. Se considera que el edificio se encuentra fuera de consigna cuando cualquiera de dichos espacios lo está.

Zonas acondicionadas		Ene (h)	Feb (h)	Mar (h)	Abr (h)	May (h)	Jun (h)	Jul (h)	Ago (h)	Sep (h)	Oct (h)	Nov (h)	Dic (h)	Año (h)
Z - 8 horas	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Z - 12 horas	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Z- Salón de actos	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Edificio	Calefacción	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Refrigeración	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	TOTAL	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción				
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	3424.42	3.80
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	317.48	3.80
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	1001.35	3.80
Generadores de refrigeración				
CA0140HANH 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	2035.37	4.82
CA0140HANH 2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	2614.10	4.82
CA0140HANH 3	Equipo de rendimiento constante	Electricidad	434.02	4.82

Descripción		Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de ACS				
Equipo de ACS	Aerotermino Genérico	Electricidad	7403.74	3.53

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES.

4.1. Energía eléctrica producida in situ.

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)
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Renovable	2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8
TOTAL		2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8

4.2. Energía térmica producida in situ.

Sistema de producción	Servicio	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)
Energía térmica renovable	ACS	239.2	211.8	229.8	216.6	214.4	198.3	195.5	21.7	193.8	215.6	222.4	234.5	2393.8
TOTAL		239.2	211.8	229.8	216.6	214.4	198.3	195.5	21.7	193.8	215.6	222.4	234.5	2393.8

4.3. Aportación de energía procedente de fuentes renovables.

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

EDIFICIO ($S_u = 1689.57 \text{ m}^2$)

	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)	Año (kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	2545.8	2484.3	2985.9	3080.0	3329.7	3280.3	3399.3	3338.1	2950.8	2770.3	2363.5	2747.8	35275.8	20.9
Medioambiente	5403.7	4279.9	3951.6	2744.2	2272.7	1655.8	1616.0	1566.1	1600.6	1791.6	2788.5	4735.7	34406.4	20.4
Biomasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Biomasa densificada (pellets)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

donde:

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

5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

5.1. Demanda energética de calefacción y refrigeración.

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Análisis energético de un edificio uso terciario y de sus instalaciones en campus de la UMH de Elche. Se muestran 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)
Z - 8 horas	1040.33	15015.60	14.43	8472.86	8.14
Z - 12 horas	456.16	1346.95	2.95	12040.73	26.40
Z- Salón de actos	193.08	5871.53	30.41	1410.79	7.31
	1689.57	22234.08	13.16	21924.38	12.98

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.

5.2. Demanda energética de ACS.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4.1.8 de CTE DB HE 0.

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

	Ene	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	10.5	11.5	12.5	13.7	15.7	17.7	19.7	19.7	18.7	15.5	12.5	11.5

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS}	T_{ref}	S_u	D_{ACS}	
	(l/día)	(°C)	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Z - 8 horas	462.7	60.0	1040.33	9509.67	9.14
Z - 12 horas	462.7	60.0	456.16	9509.67	20.85
Z- Salón de actos	462.7	60.0	193.08	9509.67	49.25
	1388.0		1689.57	28529.00	16.89

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.

6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

6.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Elx/Elche (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **82.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido CTE-DR/056/22, la zona climática **B3**.

La pertenencia a dicha zona climática define las solicitaciones exteriores para el procedimiento de cálculo, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (archivo MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

6.2. Definición de los espacios del edificio.

6.2.1. 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)	renh (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Z - 8 horas (Zona habitable acondicionada)										
ASEO MASCULINO (Aseo)	38.02	190.09	0.60	190.24	120.10	142.79	--	380.79	Baja, Otros usos 8h	
ASEO FEMENINO (Aseo)	43.30	216.49	0.60	216.66	136.78	162.63	--	433.68	Baja, Otros usos 8h	
ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	9.32	46.59	0.60	46.62	29.43	35.00	--	93.32	Baja, Otros usos 8h	
ASEO MINUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	10.00	50.00	0.60	50.04	31.59	37.56	--	100.16	Baja, Otros usos 8h	
DESPACHO 3 (Despachos)	32.08	105.85	1.70	160.51	101.33	120.48	--	682.73	Baja, Otros usos 8h	
DESPACHO 2 (Despachos)	33.65	111.05	1.62	168.40	106.32	126.41	--	716.30	Baja, Otros usos 8h	
DESPACHO 1 (Despachos)	28.30	93.39	1.93	141.61	89.40	106.29	--	602.33	Baja, Otros usos 8h	
DESPACHO 5 (Despachos)	46.67	154.01	0.20	233.52	147.43	175.29	--	934.86	Baja, Otros usos 8h	
DESPACHO 4 (Despachos)	54.17	178.77	0.17	271.07	171.13	203.47	--	1085.17	Baja, Otros usos 8h	
PASILLO 1 (Circulaciones)	35.72	167.90	0.64	178.77	112.86	134.18	--	268.37	Baja, Otros usos 8h	
ESCALERA (Circulaciones)	25.75	121.02	0.64	128.85	81.35	96.72	--	193.44	Baja, Otros usos 8h	
PASILLO 2 (Circulaciones)	212.65	701.73	0.91	1064.06	671.77	798.69	--	1597.39	Baja, Otros usos 8h	Otros usos 8 h
PASILLO 3 (Circulaciones)	32.78	108.18	0.91	164.04	103.56	123.13	--	246.27	Baja, Otros usos 8h	
SALÓN-COMEDOR	99.89	469.48	0.96	499.83	315.55	375.17	--	1171.87	Baja, Otros usos 8h	
ENFERMERÍA	15.92	74.84	0.41	239.30	151.07	179.43	--	390.62	Media, Otros usos 8h	
ALMACÉN	11.97	56.27	0.64	59.91	37.82	44.97	--	97.66	Baja, Otros usos 8h	
OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	4.93	23.17	1.32	24.67	15.57	18.52	--	120.19	Baja, Otros usos 8h	
AULA (Reuniones)	55.40	182.81	3.69	832.44	525.54	624.20	--	829.32	Media, Otros usos 8h	
SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55.29	182.45	0.17	276.67	174.67	207.67	--	829.32	Baja, Otros usos 8h	
SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	64.17	301.61	1.79	321.12	202.73	241.04	--	829.32	Baja, Otros usos 8h	
SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	36.79	172.90	3.64	184.08	116.21	138.17	--	551.38	Baja, Otros usos 8h	
SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	26.20	123.13	3.29	131.08	82.75	98.39	--	551.38	Baja, Otros usos 8h	
SALA DE REUNIONES (Reuniones)	67.36	222.31	3.24	337.09	212.81	253.02	--	551.38	Baja, Otros usos 8h	
1040.33 4054.05 1.32/0.49* 5920.60 3737.80 4443.23 -- 13257.24										

	S (m ²)	V (m ³)	renh (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
Z - 12 horas (Zona habitable acondicionada)										
DORMITORIO 1 (Habitación)	20.98	98.63	0.91	446.78	282.06	335.02	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 2 (Habitación)	21.10	99.17	0.91	449.29	283.65	336.90	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 3 (Habitación)	20.48	96.24	0.94	436.00	275.26	326.93	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 4 (Habitación)	20.79	97.70	0.92	442.62	279.44	331.90	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 5 (Habitación)	20.79	97.73	0.92	442.73	279.51	331.98	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 6 (Habitación)	23.50	110.43	0.81	500.30	315.85	375.15	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 7 (Habitación)	25.49	84.11	1.07	542.68	342.60	406.92	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 8 (Habitación)	25.62	84.54	1.06	545.54	344.41	409.07	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 9 (Habitación)	26.46	87.30	1.03	563.30	355.62	422.38	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 10 (Habitación)	25.54	84.31	1.07	543.90	343.38	407.84	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 11 (Habitación)	26.74	88.24	1.02	569.35	359.44	426.92	--	322.87	Media, Otros usos 12h	
DORMITORIO 12 (Habitación)	25.87	85.37	1.05	550.80	347.73	413.01	--	322.87	Media, Otros usos 12h	Otros usos 12 h
ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	4.91	23.06	--	24.55	15.50	18.43	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	4.80	22.57	--	24.03	15.17	18.04	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	4.70	22.07	0.64	23.49	14.83	17.63	--	47.03	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	4.67	21.95	0.64	23.37	14.76	17.54	--	46.78	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	4.83	22.68	0.64	24.15	15.25	18.13	--	48.34	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	5.69	26.74	0.64	28.47	17.97	21.37	--	56.98	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	6.55	21.60	--	32.75	20.68	24.58	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones)	6.54	21.60	--	32.75	20.67	24.58	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	6.51	21.47	--	32.55	20.55	24.44	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	6.37	21.02	--	31.87	20.12	23.92	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	

	S (m ²)	V (m ³)	ren_h (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	Perfil de uso	Condiciones operacionales
ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	6.37	21.03	--	31.89	20.13	23.94	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	6.76	22.30	--	33.82	21.35	25.39	--	69.11	Baja, Otros usos 8h	
BIBLIOTECA-CAFÉ	104.13	490.80	1.10	738.27	466.09	554.15	--	1664.72	Baja, Otros usos 12h	
456.16 1872.65 0.90/0.46* 7115.28 4492.03 5336.16 -- 6291.14										

Zona no habitable (Zona no habitable)

SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)	76.82	371.42	5.00	--	--	--	--	--	-	Oscilación libre
SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)	10.09	33.31	5.00	--	--	--	--	--		
	86.92	404.74	5.00	--	--	--	--	--		

Z- Salón de actos (Zona habitable acondicionada)

SALÓN DE ACTOS	193.08	579.25	12.43	4833.84	3051.71	3626.09	--	829.32	Alta, Otros usos 8h	Otros usos 8 h
193.08 579.25 12.43/3.71* 4833.84 3051.71 3626.09 -- 829.32										

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².V: Volumen interior neto del recinto, m³.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_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.**6.2.2. Condiciones operacionales****Distribución horaria**

1h 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h 17h 18h 19h 20h 21h 22h 23h 24h

Perfil: Otros usos 8 h (uso no residencial)

Temp. Consigna Alta (°C)																							
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Temp. Consigna Baja (°C)																							
Laboral	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	20	20	20	20	20	20	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Festivo	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Perfil: Otros usos 12 h (uso no residencial)

Temp. Consigna Alta (°C)																							
Laboral	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	25	25	25	25	--	--	--	--
Sábado	--	--	--	--	--	--	25	25	25	25	25	25	25	--	--	25	25	25	25	--	--	--	--

Distribución horaria

1h 2h 3h 4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h 17h 18h 19h 20h 21h 22h 23h 24h

Perfil: Media, Otros usos 12 h (uso no residencial)**Ocupación sensible (W/m²)**

Laboral	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	6	6	6	6	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Iluminación (%)

Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Equipos (W/m²)

Laboral	0	0	0	0	0	0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ventilación (%)

Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Perfil: Baja, Otros usos 12 h (uso no residencial)**Ocupación sensible (W/m²)**

Laboral	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Iluminación (%)

Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Equipos (W/m²)

Laboral	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ventilación (%)

Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Perfil: Alta, Otros usos 8 h (uso no residencial)**Ocupación sensible (W/m²)**

Laboral	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Iluminación (%)

Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Equipos (W/m²)

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Laboral	0	0	0	0	0	0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventilación (%)																								
Laboral	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sábado	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.2.4. Carga interna media

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	C_{FI} (W/m ²)
Z - 8 horas	1040.33	2.6
Z - 12 horas	456.16	4.7
Z- Salón de actos	193.08	5.5
	1689.57	3.5

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

C_{FI} : Carga interna media, W/m². Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

6.3. Procedimiento de cálculo del consumo energético.

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus. Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 23.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

6.4. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados.

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes renovables y no renovables corresponden a los publicados en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) 'Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España', conforme al apartado 4.1.5 de CTE DB HE0. Los valores empleados se han obtenido a través del 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	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Medioambiente	0	1.000
Electricidad producida in situ	0	1.000

Análisis energético de un edificio uso terciario y de sus instalaciones en campus de la UMH de Elche.



Vector energético	$f_{cep,nren}$	$f_{cep,ren}$
Electricidad obtenida de la red	1.954	0.414

donde:

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

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



ANEXO IV: JUSTIFICACIÓN HE 1

ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	133
1.1. Condiciones de la envolvente térmica	112
1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica	124
1.1.2. Control solar de la envolvente térmica	124
1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica	124
1.2. Limitación de descompensaciones	41
1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica	42
2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO	134
2.1. Zonificación climática	112
2.2. Agrupaciones de recintos.	49
3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO	113
3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica	125
3.1.1. Cerramientos opacos	125
3.1.2. Huecos	127
3.1.3. Puentes térmicos	130



1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Condiciones de la envolvente térmica

1.1.1. Transmitancia de la envolvente térmica

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite de transmitancia térmica descrito en la tabla 3.1.1.a del DB HE1. ✓

Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)

$$K = 0.68 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \leq K_{\text{lim}} = 0.80 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

	S (m ²)	L (m)	K _i (W/(m ² ·K))	%K
Área total de intercambio de la envolvente térmica = 4084.53 m²				
Fachadas	1240.27	--	0.07	10.68
Muros en contacto con el terreno	206.84	--	0.01	1.92
Suelos en contacto con el terreno	796.73	--	0.03	4.14
Suelos con el paramento inferior expuesto a la intemperie	308.92	--	0.03	3.95
Cubiertas	1116.74	--	0.08	12.28
Huecos	415.03	--	0.15	21.55
Puentes térmicos	--	2036.402	0.31	45.48

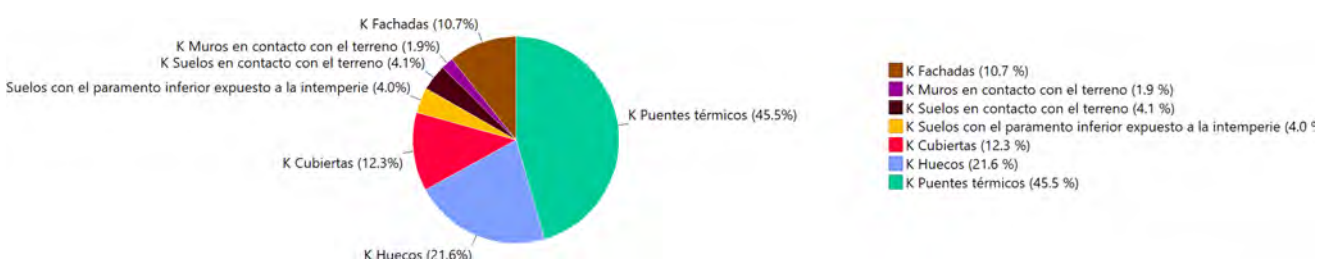
donde:

S : Superficie, m².

L : Longitud, m.

K_i : Coeficiente parcial de transmisión de calor, $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

%K: Porcentaje del coeficiente global de transmisión de calor., %.



1.1.2. Control solar de la envolvente térmica

$$q_{\text{sol,jul}} = 0.49 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{\text{sol,jul_lim}} = 4.00 \text{ kWh/m}^2$$

donde:

$q_{\text{sol,jul}}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m^2 .

$q_{\text{sol,jul_lim}}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m^2 .

1.1.3. Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

$$n_{50} = 4.00762 \text{ h}^{-1}$$

donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h^{-1} .

1.2. Limitación de descompensaciones

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite descrito en la tabla 3.2 del DB HE1. ✓

1.3. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales que puedan producir una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. ✓

2. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO

2.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Elx/Elche (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **82.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido CTE-DR/056/22, la zona climática **B3**.

La pertenencia a dicha zona climática, junto con el tipo y el uso del edificio (**Obra nueva - Otros usos**), 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.

2.2. Agrupaciones de recintos.

Se muestra a continuación la caracterización de la envolvente térmica del edificio, así como la de cada una de las zonas que han sido incluidas en la misma:

	S (m^2)	V (m^3)	V_{inf} (m^3)	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	n₅₀ (h^{-1})	Q_{sol,jul} (kWh/ m^2 /mes)	V/A (m^3/m^2)
Z - 8 horas	1040.33	4291.40	4054.05	556.85	4.143	-	-
Z - 12 horas	456.16	2047.20	1872.65	217.68	3.608	-	-
Zona no habitable	--	408.97	404.74	0	1.974	-	-
Z- Salón de actos	193.08	596.63	579.25	57.11	5.769	-	-
Envolvente térmica	1689.57	7344.19	6910.68	831.65	4.0	0.49	1.8

donde:

S : Superficie útil interior, m^2 .

V : Volumen interior, m^3 .

V_{inf} : Volumen interior para el cálculo de las infiltraciones, m^3 .

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

n_{50} : Relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h^{-1} .

$q_{sol,jul}$: Control solar, kWh/ m^2 /mes.

V/A : Compacidad (relación entre el volumen encerrado y la superficie de intercambio con el exterior), m^3/m^2 .

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO

3.1. Caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica

3.1.1. Cerramientos opacos

Los cerramientos opacos suponen el **32.97%** 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))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Z - 8 horas								
Fachada		80.32	0.24	0.56	0.30	Este(90)	19.10	✓
Fachada		155.06	0.24	0.56	0.30	Sur(180)	36.88	✓
Fachada		75.00	0.24	0.56	0.30	Oeste(270)	17.84	✓
Fachada		255.48	0.24	0.56	0.30	Norte(0)	60.76	✓
Fachada		49.38	0.24	0.56	0.30	Sudoeste(240)	11.75	✓
Fachada		41.60	0.24	0.56	0.30	Noroeste(330)	9.89	✓
Fachada		24.44	0.24	0.56	0.30	Sureste(149)	5.81	✓
Fachada		58.91	0.24	0.56	0.30	Este(60)	14.01	✓
Fachada		3.49	0.24	0.56	0.30	Noroeste(311)	0.83	✓
Fachada		5.51	0.24	0.56	0.30	Noreste(41)	1.31	✓
Muro de sótano		48.70	0.25	0.75	-	Norte(0)	12.29	✓
Cubierta		618.35	0.30	0.44	0.60	-	187.62	✓
Cubierta		9.21	0.31	0.44	0.40	-	2.86	✓
Solera		421.98	0.14	0.75	-	-	61.00	✓
Solera		30.10	0.12	0.75	-	-	3.54	✓
Forjado expuesto		266.39	0.35	0.56	0.60	-	94.19	✓
							539.69	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Z - 12 horas								
Fachada		150.63	0.24	0.56	0.30	Sur(180)	35.83	✓
Fachada		7.99	0.24	0.56	0.30	Sur(179)	1.90	✓
Fachada		97.42	0.24	0.56	0.30	Este(90)	23.17	✓
Fachada		39.50	0.24	0.56	0.30	Oeste(270)	9.39	✓
Fachada		65.98	0.24	0.56	0.30	Norte(0)	15.69	✓
Cubierta		48.92	0.31	0.44	0.40	-	15.17	✓
Cubierta		194.81	0.30	0.44	0.60	-	59.11	✓
Solera		267.83	0.14	0.75	-	-	38.72	✓
							198.98	

	Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Zona no habitable								
Fachada		11.22	0.22 (b = 0.95)	0.56	0.30	Noreste(30)	2.67	✓
Muro de sótano		63.92	0.24 (b = 0.95)	0.75	-	Oeste(270)	16.51	✓
Muro de sótano		15.64	0.24 (b = 0.95)	0.75	-	Norte(0)	3.95	✓
Muro de sótano		72.03	0.24 (b = 0.95)	0.75	-	Sur(180)	18.61	✓
Muro de sótano		6.55	0.24 (b = 0.95)	0.75	-	Sureste(120)	1.69	✓
Cubierta		14.15	0.29 (b = 0.95)	0.44	0.40	-	4.39	✓
Cubierta		28.11	0.29 (b = 0.95)	0.44	0.60	-	8.53	✓
Cubierta		10.09	0.19 (b = 0.62)	0.44	0.60	-	3.06	✓
Solera		76.82	0.14 (b = 0.95)	0.75	-	-	11.11	✓
							70.52	

Tipo	S (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	α	O. (°)	S·U (W/K)	
Z- Salón de actos							
Fachada	17.60	0.24	0.56	0.30	Oeste(270)	4.19	✓
Fachada	50.37	0.24	0.56	0.30	Sur(180)	11.98	✓
Fachada	50.37	0.24	0.56	0.30	Norte(0)	11.98	✓
Cubierta	193.08	0.30	0.44	0.60	-	58.58	✓
Forjado expuesto	42.53	0.35	0.56	0.60	-	15.04	✓
						101.77	

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.

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

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

3.1.2. Huecos

Los huecos suponen el **21.55%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Z - 8 horas											
Puerta exterior	2.20	Este(90)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Puerta exterior	2.20	Este(90)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Puerta exterior	2.20	Este(90)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Puerta exterior	2.20	Este(90)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana de 1 x 2.2 m	2.19	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.33	0.53	0.05	6.09	0.73	✓
Ventana de 1 x 2.2 m	2.20	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.34	0.53	0.05	6.12	0.74	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	3.30	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	5.02	0.53	0.05	9.67	1.16	✓
Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	3.30	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	5.02	0.53	0.05	9.67	1.16	✓
Ventana de 1.4 x 2.2 m	3.08	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.68	0.53	0.05	8.96	1.08	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	5.41	0.65	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Puerta doble exterior	3.30	Oeste(270)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	2.56	0.31	✓
Ventana de 2x2.2 m	4.40	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	6.69	0.53	0.05	6.81	0.82	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	3.87	0.47	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.08	0.61	✓
Puerta doble exterior	3.30	Este(90)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	3.30	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	5.02	0.53	0.05	9.67	1.16	✓
Ventana de 2x2.2 m	4.20	Noroeste(311)	0.15	1.52	2.30	6.39	0.53	0.05	13.20	1.59	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.65	0.56	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.78	0.57	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.02	0.60	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.19	0.62	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.24	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.22	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.14	0.62	✓

	S (m ²)	O. (°)	F_F (%)	U (W/(m ² ·K))	U_{lim} (W/(m ² ·K))	S-U (W/K)	g_{gl,n}	g_{gl,sh,wi}	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	%q_{sol,jul}	
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.03	0.61	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.87	0.59	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.96	0.60	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.07	0.61	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.11	0.61	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.17	0.62	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.21	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.23	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.24	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.24	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.22	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.14	0.62	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	5.07	0.61	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.91	0.59	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.84	0.58	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.72	0.57	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.69	0.56	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.51	0.54	✓
Puerta doble exterior	3.30	Noreste(41)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	5.41	0.65	✓
Puerta exterior	2.20	Norte(0)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Puerta doble exterior	3.30	Norte(0)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.00	0.48	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.30	0.52	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.39	0.53	✓
Ventana de 1.4 x 2.2 m	3.08	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.68	0.53	0.05	4.79	0.58	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.02	0.48	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.01	0.48	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.17	0.50	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.23	0.51	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.34	0.52	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.37	0.53	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.55	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	3.87	0.53	0.05	4.20	0.50	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	2.85	0.34	✓
Puerta exterior	2.20	Este(90)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.61	Este(90)	0.15	1.52	2.30	3.97	0.53	0.05	11.66	1.40	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Este(90)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.79	1.42	✓
Ventana de 0.6 x 2.2 m	1.32	Este(90)	0.15	1.52	2.30	2.01	0.53	0.05	5.66	0.68	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	3.65	0.44	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	3.61	0.43	✓
Puerta exterior	2.20	Sur(180)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1 x 2.2 m	2.20	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.34	0.53	0.05	6.12	0.74	✓
Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	3.30	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	5.02	0.53	0.05	9.67	1.16	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	3.41	0.41	✓
Ventana traslúcida 3 x 2.2 m	6.60	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	10.03	0.53	0.05	8.79	1.06	✓
Ventana traslúcida 3 x 2.2 m	6.60	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	10.03	0.53	0.05	12.42	1.49	✓

	S (m ²)	O. (°)	F_F (%)	U (W/(m ² ·K))	U_{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g_{gl,n}	g_{gl,sh,wi}	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	%q_{sol,jul}	
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	4.45	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	6.77	0.53	0.05	7.92	0.95	✓
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	13.20	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	20.06	0.53	0.05	23.76	2.86	✓
Puerta doble exterior	3.30	Norte(0)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.26	0.51	✓
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	6.71	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	10.19	0.53	0.05	11.32	1.36	✓
Ventana de 1.5 x 2.2 m	3.30	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	5.02	0.53	0.05	5.38	0.65	✓
Puerta exterior	2.20	Norte(0)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana traslucida 4 x 2.2 m	8.80	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	13.38	0.53	0.05	15.49	1.86	✓
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	6.16	Norte(0)	0.15	1.52	2.30	9.37	0.53	0.05	10.41	1.25	✓
Ventana traslucida 4 x 2.2 m	8.80	Este(90)	0.15	1.52	2.30	13.38	0.53	0.05	14.33	1.72	✓
Puerta exterior	2.20	Sur(180)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana traslucida 6 x 2.2 m	8.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	12.80	0.53	0.05	15.02	1.81	✓
Ventana traslucida 3 x 2.2 m	6.60	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	10.03	0.53	0.05	11.42	1.37	✓
Ventana traslucida 3 x 2.2 m	6.59	Este(90)	0.15	1.52	2.30	10.02	0.53	0.05	7.78	0.94	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.93	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	2.93	0.53	0.05	5.25	0.63	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
444.10									556.85	66.96	

	S (m ²)	O. (°)	F_F (%)	U (W/(m ² ·K))	U_{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g_{gl,n}	g_{gl,sh,wi}	Q_{sol,jul} (kWh/mes)	%q_{sol,jul}	
Z - 12 horas											
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.31	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.51	0.53	0.05	6.47	0.78	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.57	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.91	0.53	0.05	7.32	0.88	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.38	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.61	0.53	0.05	6.68	0.80	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.57	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.91	0.53	0.05	7.32	0.88	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.38	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.61	0.53	0.05	6.68	0.80	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.53	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	5.41	0.65	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	5.41	0.65	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1 x 2.2 m	2.20	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.34	0.53	0.05	6.12	0.74	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1 x 2.2 m	2.20	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.34	0.53	0.05	6.12	0.74	✓

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	2.42	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.68	0.53	0.05	6.83	0.82	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	7.54	0.91	✓
Ventana de 0.9 x 2.2 m	1.98	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	3.01	0.53	0.05	5.41	0.65	✓
Puerta exterior	2.20	Sur(180)	1.00	0.80	5.70	1.76	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.45	0.53	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.64	Sur(180)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	4.50	0.54	✓
Puerta doble exterior	3.30	Este(90)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
									124.62	217.68	26.17

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Zona no habitable											
Puerta doble exterior 1.9 m	4.18	Noreste(30)	1.00	0.76 (b = 0.95)	5.70	3.34	0	0	0	0	✓
									3.34	0	0

	S (m ²)	O. (°)	F _F (%)	U (W/(m ² ·K))	U _{lim} (W/(m ² ·K))	S·U (W/K)	g _{gl,n}	g _{gl,sh,wi}	Q _{sol,jul} (kWh/mes)	%q _{sol,jul}	
Z- Salón de actos											
Puerta doble exterior	3.30	Oeste(270)	1.00	0.80	5.70	2.64	0	0	0	0	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.12	1.34	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.14	1.34	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.14	1.34	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.14	1.34	✓
Ventana de 1.2 x 2.2 m	2.64	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	4.01	0.53	0.05	11.14	1.34	✓
Ventana de 0.4 x 1 m	0.40	Oeste(270)	0.15	1.52	2.30	0.61	0.53	0.05	1.43	0.17	✓
									23.31	57.11	6.87

donde:

S: Superficie, m².

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

F_F: Fracción de parte opaca, %.

U: Transmitancia térmica, W/(m²·K).

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

b: Coeficiente de reducción de temperatura.

g_{gl}: Factor solar.

g_{gl,sh,wi}: 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, %.

3.1.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos suponen el **45.48%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L·Ψ (W/K)
Z - 8 horas				
Encuentro de fachada con solera		164.530	0.500	82.3
Encuentro de fachada con forjado		9.693	0.503	4.9
Pilar		238.857	1.221	291.7
Esquina saliente de fachadas		5.000	0.500	2.5

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Hueco de ventana		613.439	0.500	306.7
Encuentro de fachada con voladizo		83.955	0.843	70.7
Encuentro de fachada con cubierta		137.633	0.270	37.2
Esquina saliente de fachadas		44.100	0.071	3.1
Encuentro de fachada con forjado		18.200	0.514	9.4
Encuentro de fachada con forjado		45.155	0.478	21.6
Encuentro de fachada con cubierta		6.001	0.927	5.6
				835.6

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Z - 12 horas				
Hueco de ventana		212.700	0.500	106.3
Encuentro de fachada con solera		72.866	0.500	36.4
Encuentro de fachada con cubierta		26.107	0.927	24.2
Pilar		106.879	1.221	130.5
Encuentro de fachada con forjado		17.268	0.478	8.3
Encuentro de fachada con cubierta		30.377	0.270	8.2
Esquina saliente de fachadas		19.400	0.071	1.4
				315.3

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Zona no habitable				
Esquina saliente de fachadas		9.400	0.086	0.8
Encuentro de fachada con solera		36.154	0.500	18.1
Encuentro de fachada con forjado		1.700	0.503	0.9
Encuentro de fachada con cubierta		1.177	0.270	0.3
Pilar		4.888	1.221	6.0
				26.0

	Tipo	L (m)	Ψ (W/(m·K))	L· Ψ (W/K)
Z- Salón de actos				
Hueco de ventana		36.800	0.500	18.4
Encuentro de fachada con cubierta		45.080	0.270	12.2
Encuentro de fachada con voladizo		7.603	0.843	6.4
Encuentro de fachada con forjado		11.440	0.503	5.8
Pilar		30.000	1.221	36.6
				79.4

donde:

L: Longitud, m.

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

ANEXO V: JUSTIFICACIÓN HE3 (CYPELUX)

12.1 JUSTIFICACIÓN HE3

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN RELATIVA A LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	133
2. INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS	134



1. INFORMACIÓN RELATIVA A LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Tipo de uso: Otros usos ($E_m \leq 600$ lux)			
Potencia límite: 10.00 W/m ²			
Nivel	Zona	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.

		S (m ²)	P (W)
Planta baja	ALMACÉN (Almacén)	11.97	39.00
Planta baja	ASEO FEMENINO (Aseo)	43.30	252.00
Planta baja	ASEO MASCULINO (Aseo)	38.02	154.00
Planta baja	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	9.32	27.60
Planta baja	ASEO MISNUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	10.00	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	4.91	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	4.80	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	4.70	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	4.67	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	4.83	27.60
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	5.69	27.60
Planta baja	DORMITORIO 1 (Habitación)	20.98	182.00
Planta baja	DORMITORIO 2 (Habitación)	21.10	91.00
Planta baja	DORMITORIO 3 (Habitación)	20.48	91.00
Planta baja	DORMITORIO 4 (Habitación)	20.79	91.00
Planta baja	DORMITORIO 5 (Habitación)	20.79	91.00
Planta baja	DORMITORIO 6 (Habitación)	23.50	91.00
Planta 1	ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones)	6.54	27.60
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	6.37	27.60
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	6.37	27.60
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	6.76	27.60
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	6.55	27.60
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	6.51	27.60
Planta 1	DORMITORIO 11 (Habitación)	26.74	91.00
Planta 1	DORMITORIO 9 (Habitación)	26.46	91.00
Planta 1	DORMITORIO 10 (Habitación)	25.54	91.00
Planta 1	DORMITORIO 12 (Habitación)	25.87	91.00
Planta 1	DORMITORIO 7 (Habitación)	25.49	91.00
Planta 1	DORMITORIO 8 (Habitación)	25.62	91.00
Planta baja	BIBLIOTECA-CAFÉ (Biblioteca-Café)	104.13	469.20
Planta baja	ENFERMERÍA (Enfermería)	15.92	156.00
Planta baja	ESCALERA (Circulaciones)	25.75	46.00
Planta baja	PASILLO 1 (Circulaciones)	35.72	69.00
Planta 1	PASILLO 2 (Circulaciones)	212.65	689.00
Planta 1	PASILLO 3 (Circulaciones)	32.78	39.20
Planta baja	OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	4.93	48.00
Planta baja	SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	64.17	331.20
Planta baja	SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	36.79	220.80

Planta baja	SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	26.20	220.80
Planta 1	AULA (Reuniones)	55.40	331.20
Planta 1	DESPACHO 1 (Despachos)	28.30	264.60
Planta 1	DESPACHO 2 (Despachos)	33.65	294.00
Planta 1	DESPACHO 3 (Despachos)	32.08	294.00
Planta 1	DESPACHO 4 (Despachos grandes)	54.17	496.80
Planta 1	DESPACHO 5 (Despachos grandes)	46.67	294.00
Planta 1	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES (Sala de actividades culturales)	55.29	331.20
Planta 1	SALA DE REUNIONES (Reuniones)	67.36	331.20
Planta 1	SALÓN DE ACTOS (Salón de actos)	193.08	331.20
Planta baja	SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)	76.82	429.00
Planta 1	SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)	10.09	28.00
Planta baja	SALÓN-COMEDOR (Salón-comedor)	99.89	468.00
TOTAL		1776.49	8196.80
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: $P_{\text{tot}}/S_{\text{tot}}$ (W/m ²): 4.61			



2. INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS

Zona de actividad diferenciada: Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas																														
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m²																														
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas																				
<table><tr><th>K</th><th>n</th><th>Fm</th><th>P (W)</th><th>Lm/W</th><th>VEEI (W/m²)</th><th>Em (lux)</th><th>UGR</th><th>Ra</th></tr><tr><td>Planta baja</td><td>ALMACÉN (Almacén)</td><td>0.70</td><td>4</td><td>0.64</td><td>39.00</td><td>169.23</td><td>1.3</td><td>247.28</td><td>0.00</td><td>80.00</td></tr></table>											K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra	Planta baja	ALMACÉN (Almacén)	0.70	4	0.64	39.00	169.23	1.3	247.28	0.00	80.00
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra																						
Planta baja	ALMACÉN (Almacén)	0.70	4	0.64	39.00	169.23	1.3	247.28	0.00	80.00																				

Zona de actividad diferenciada: Habitaciones de hoteles, hostales.										
VEEI máximo admisible: 10.00 W/m²										
Nivel	Zona	Índic e del local	Número mínimo de puntos considerado s en el proyecto	Factor de mantenimient o previsto	Potencia total instalada en lámpara s + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizada s en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminanci a media horizontal mantenida	Índice de deslumbramient o unificado	Índice de rendimient o de color de las lámparas
		K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
Planta baja	ASEO FEMENINO (Aseo)	1.31	9	0.87	252.00	85.00	1.7	348.15	22.28	80.00
Planta baja	ASEO MASCULINO (Aseo)	1.81	9	0.87	154.00	85.00	1.4	285.82	23.45	80.00
Planta baja	ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	0.55	4	0.87	27.60	144.93	0.9	320.77	0.00	80.00
Planta baja	ASEO MISNUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	0.57	4	0.87	27.60	144.93	0.9	302.99	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	0.40	4	0.87	27.60	144.93	1.6	347.26	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	0.40	4	0.87	27.60	144.93	1.6	349.58	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	0.39	4	0.87	27.60	144.93	1.2	505.57	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	0.39	4	0.87	27.60	144.93	1.2	502.43	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	0.40	4	0.87	27.60	144.93	1.2	494.95	0.00	80.00
Planta baja	ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	0.43	4	0.87	27.60	144.93	1.1	447.30	0.00	80.00
Planta baja	DORMITORIO 1 (Habitación)	2.55	16	0.87	182.00	84.62	1.4	625.51	23.38	80.00
Planta baja	DORMITORIO 2 (Habitación)	1.31	9	0.87	91.00	84.62	1.5	295.15	20.77	80.00
Planta baja	DORMITORIO 3 (Habitación)	1.28	9	0.87	91.00	84.62	1.5	304.06	20.66	80.00
Planta baja	DORMITORIO 4 (Habitación)	1.29	9	0.87	91.00	84.62	1.5	298.52	20.77	80.00
Planta baja	DORMITORIO 5 (Habitación)	1.30	9	0.87	91.00	84.62	1.5	298.74	20.71	80.00
Planta baja	DORMITORIO 6 (Habitación)	1.42	9	0.87	91.00	84.62	1.4	269.22	20.81	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones)	0.52	4	0.87	27.60	144.93	1.2	349.60	0.00	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	0.51	4	0.87	27.60	144.93	1.2	353.27	0.00	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	0.51	4	0.87	27.60	144.93	1.2	353.78	0.00	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	0.53	4	0.87	27.60	144.93	1.2	344.89	0.00	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	0.52	4	0.87	27.60	144.93	1.2	349.78	0.00	80.00
Planta 1	ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	0.51	4	0.87	27.60	144.93	1.2	350.31	0.00	80.00
Planta 1	DORMITORIO 11 (Habitación)	1.75	9	0.87	91.00	84.62	1.3	271.62	21.86	80.00
Planta 1	DORMITORIO 9 (Habitación)	1.69	9	0.87	91.00	84.62	1.3	270.09	21.52	80.00
Planta 1	DORMITORIO 10 (Habitación)	1.65	9	0.87	91.00	84.62	1.3	277.95	21.48	80.00
Planta 1	DORMITORIO 12 (Habitación)	1.68	9	0.87	91.00	84.62	1.3	271.99	21.48	80.00
Planta 1	DORMITORIO 7 (Habitación)	1.65	9	0.87	91.00	84.62	1.3	278.38	21.47	80.00
Planta 1	DORMITORIO 8 (Habitación)	1.72	9	0.87	91.00	84.62	1.3	277.04	21.59	80.00

Zona de actividad diferenciada: Bibliotecas, museos y galerías de arte										
VEEI máximo admisible: 5.00 W/m ²										
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Planta baja	BIBLIOTECA-CAFÉ (Biblioteca-Café)	1.84	9	0.87	469.20	144.93	0.9	527.91	15.26	80.00

Zona de actividad diferenciada: Salas de diagnóstico										
VEEI máximo admisible: 3.50 W/m ²										
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Planta baja	ENFERMERÍA (Enfermería)	0.61	4	0.87	156.00	169.23	1.0	969.98	18.47	80.00

Zona de actividad diferenciada: Zonas comunes en edificios no residenciales										
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m ²										
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Planta baja	ESCALERA (Circulaciones)	1.59	9	0.87	46.00	113.04	0.7	240.04	16.80	80.00
Planta baja	PASILLO 1 (Circulaciones)	1.69	9	0.87	69.00	113.04	0.8	254.76	18.75	80.00
Planta 1	PASILLO 2 (Circulaciones)	16.19	25	0.87	689.00	73.85	1.1	295.01	20.24	80.00
Planta 1	PASILLO 3 (Circulaciones)	1.97	9	0.87	39.20	122.45	0.6	217.21	16.90	80.00

Zona de actividad diferenciada: Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias										
VEEI máximo admisible: 8.00 W/m ²										
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Planta baja	OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	0.52	4	0.43	48.00	166.67	1.6	617.17	0.00	80.00
Planta baja	SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	1.46	9	0.87	331.20	144.93	0.9	582.67	14.67	80.00
Planta baja	SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	1.06	9	0.87	220.80	144.93	1.0	613.27	14.88	80.00
Planta baja	SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	0.84	4	0.87	220.80	144.93	1.1	760.31	14.74	80.00
Planta 1	AULA (Reuniones)	1.48	9	0.87	331.20	144.93	0.9	696.94	14.31	80.00
Planta 1	DESPACHO 1 (Despachos)	0.94	4	0.43	264.60	122.45	1.5	606.13	9.69	80.00
Planta 1	DESPACHO 2 (Despachos)	1.11	9	0.43	294.00	122.45	1.5	581.61	9.53	80.00
Planta 1	DESPACHO 3 (Despachos)	1.07	9	0.43	294.00	122.45	1.5	605.18	9.84	80.00
Planta 1	DESPACHO 4 (Despachos grandes)	1.46	9	0.85	496.80	144.93	0.7	1354.04	9.94	80.00
Planta 1	DESPACHO 5 (Despachos grandes)	1.33	9	0.85	294.00	122.45	0.8	808.30	13.18	80.00
Planta 1	SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES (Sala de actividades culturales)	2.02	16	0.87	331.20	144.93	0.8	749.63	17.02	80.00
Planta 1	SALA DE REUNIONES (Reuniones)	1.66	9	0.87	331.20	144.93	0.8	594.60	14.27	80.00
Planta 1	SALÓN DE ACTOS (Salón de actos)	3.17	25	0.87	331.20	144.93	0.8	225.52	16.39	80.00

Zona de actividad diferenciada: Otros recintos interiores																																									
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m²																																									
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas																															
<table><tr><th>K</th><th>n</th><th>Fm</th><th>P (W)</th><th>Lm/W</th><th>VEEI (W/m²)</th><th>Em (lux)</th><th>UGR</th><th>Ra</th></tr><tr><td>Planta baja</td><td>SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)</td><td>3.98</td><td>25</td><td>0.82</td><td>429.00</td><td>70.77</td><td>1.6</td><td>359.70</td><td>16.43</td><td>80.00</td></tr><tr><td>Planta 1</td><td>SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)</td><td>1.24</td><td>9</td><td>0.82</td><td>28.00</td><td>85.00</td><td>1.0</td><td>288.68</td><td>24.50</td><td>80.00</td></tr></table>											K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra	Planta baja	SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)	3.98	25	0.82	429.00	70.77	1.6	359.70	16.43	80.00	Planta 1	SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)	1.24	9	0.82	28.00	85.00	1.0	288.68	24.50	80.00
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra																																	
Planta baja	SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)	3.98	25	0.82	429.00	70.77	1.6	359.70	16.43	80.00																															
Planta 1	SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)	1.24	9	0.82	28.00	85.00	1.0	288.68	24.50	80.00																															

Zona de actividad diferenciada: Hostelería y restauración																			
VEEI máximo admisible: 8.00 W/m²																			
Nivel	Zona	Índice del local	Número mínimo de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas									
<table><tr><th>K</th><th>n</th><th>Fm</th><th>P (W)</th><th>Lm/W</th><th>VEEI (W/m²)</th><th>Em (lux)</th><th>UGR</th><th>Ra</th></tr></table>											K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m²)	Em (lux)	UGR	Ra											
Planta baja	SALÓN-COMEDOR (Salón-comedor)	1.51	9	0.87	468.00	169.23	0.7	701.65	19.81	80.00									



12.2 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN

ÍNDICE

1. ALUMBRADO INTERIOR	133
2. CURVAS FOTOMÉTRICAS	134

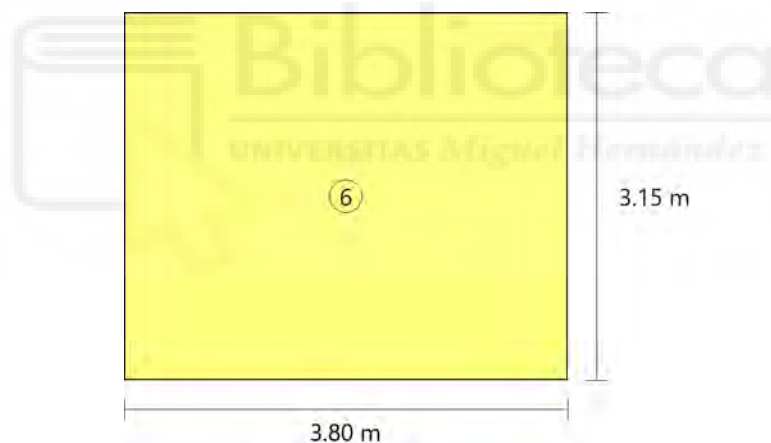


1. ALUMBRADO INTERIOR

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ALMACÉN (Planta baja)	11.97 m ²	4.70 m	56.27 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.64
Índice del local K:	0.70
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

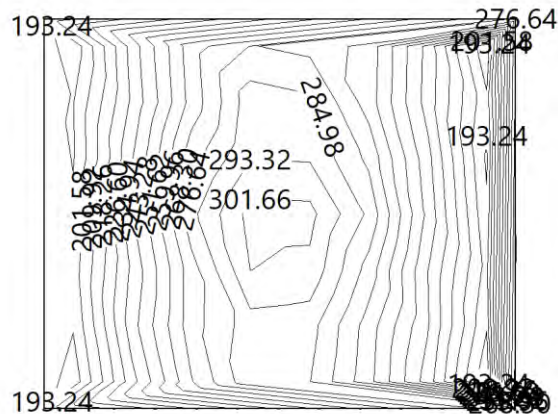


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
6	1	Philips - 4MX400 491 LED66S/840 PSD WB WH	6600	169.23	100	1 x 39.00
						Total = 39.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.26
Iluminancia mínima (lux):	184.89
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	247.28

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.32
Factor de uniformidad (%):	74.77

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

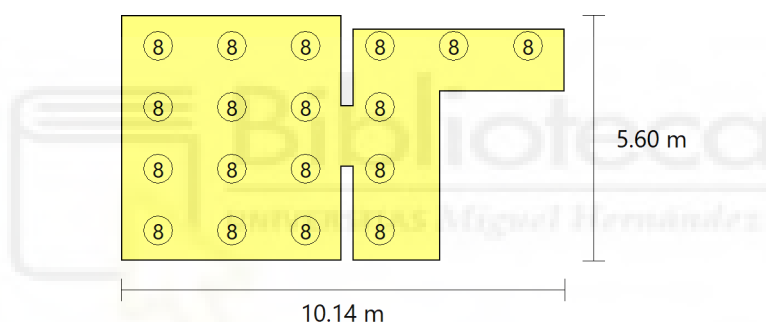


- ⊕ Iluminancia mínima (184.89 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 56)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO FEMENINO (Planta baja)	43.30 m ²	5.00 m	216.49 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.31
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

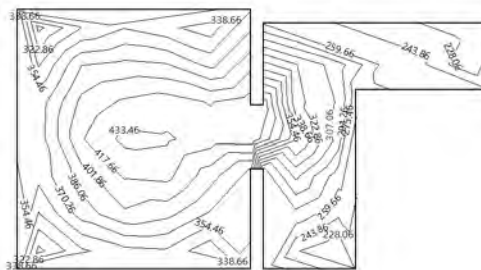
Disposición de las luminarias



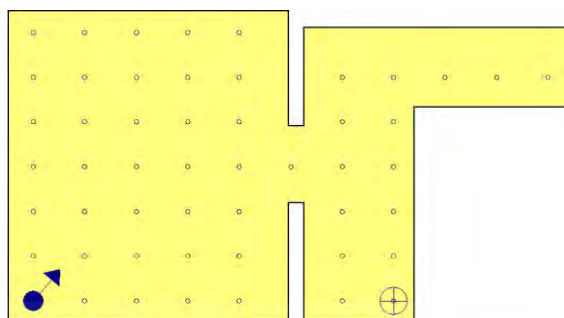
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
8	18	Ledvance - 4058075202610	1190	85	75	18 x 14.00
Total = 252.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.82
Iluminancia mínima (lux):	212.25
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	348.15
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	22.28
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.67
Factor de uniformidad (%):	60.96

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (212.25 lux)



Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 22.28)

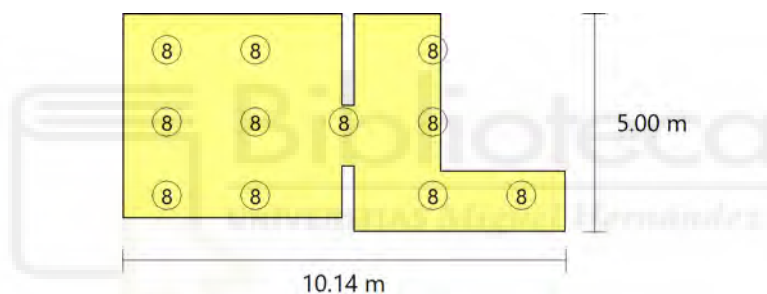


Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 51)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO MASCULINO (Planta baja)	38.02 m ²	2.70 m	102.65 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.81
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

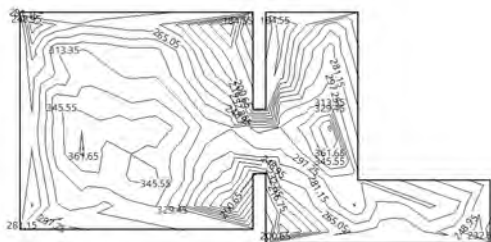
Disposición de las luminarias



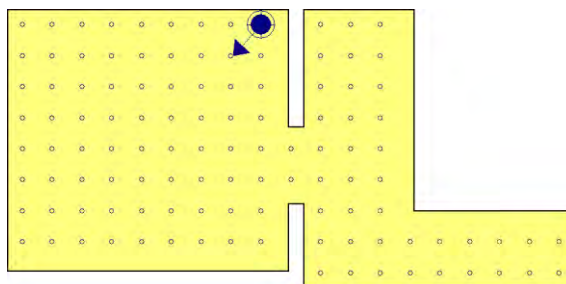
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
8	11	Ledvance - 4058075202610	1190	85	75	11 x 14.00
						Total = 154.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.05
Iluminancia mínima (lux):	152.34
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	285.82
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	23.45
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.42
Factor de uniformidad (%):	53.30

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (152.34 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 23.45)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 113)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Planta baja)	9.32 m ²	5.00 m	46.59 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.55
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

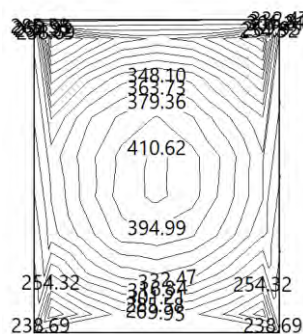
Disposición de las luminarias



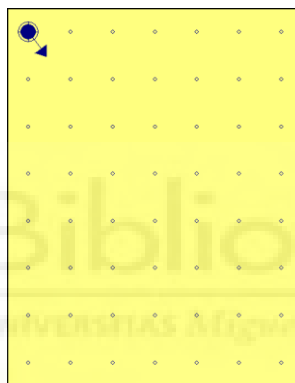
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	2.96
Iluminancia mínima (lux):	191.79
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	320.77
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.92
Factor de uniformidad (%):	59.79

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

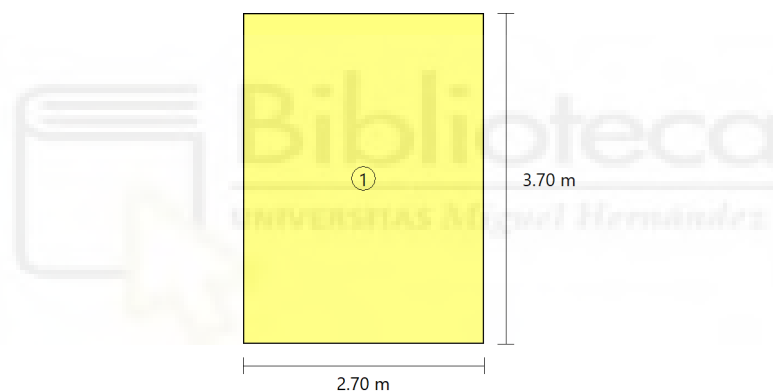


-  Iluminancia mínima (191.79 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 56)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO MISNUSVÁLIDOS FEMENINO (Planta baja)	10.00 m ²	5.00 m	50.00 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.57
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

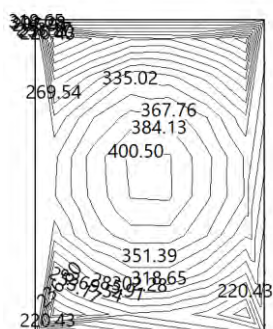
Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	2.76
Iluminancia mínima (lux):	171.31
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	302.99
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.91
Factor de uniformidad (%):	56.54

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



-  Iluminancia mínima (171.31 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 48)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 1 (Planta baja)	4.91 m ²	4.70 m	23.06 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.40
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

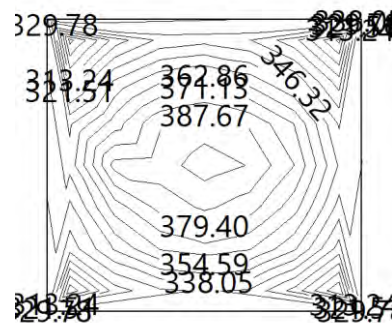
Disposición de las luminarias



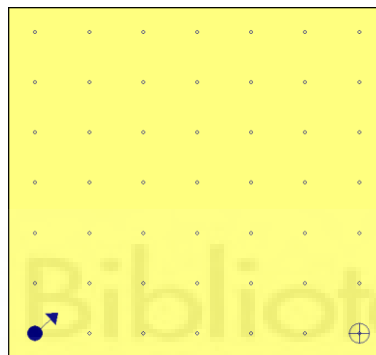
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.62
Iluminancia mínima (lux):	280.15
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	347.26
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.62
Factor de uniformidad (%):	80.67

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



-  Iluminancia mínima (280.15 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 2 (Planta baja)	4.80 m ²	4.70 m	22.57 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.40
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias



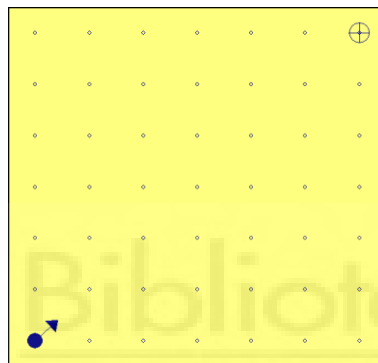
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.75
Iluminancia mínima (lux):	279.81
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	349.58
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.64
Factor de uniformidad (%):	80.04

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



-  Iluminancia mínima (279.81 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 3 (Planta baja)	4.70 m ²	4.70 m	22.07 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.39
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias



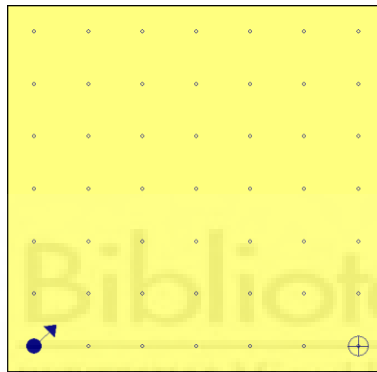
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
Total = 27.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.88
Iluminancia mínima (lux):	427.06
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	505.57
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.16
Factor de uniformidad (%):	84.47

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



 Iluminancia mínima (427.06 lux)

 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 4 (Planta baja)	4.67 m ²	4.70 m	21.95 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.39
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

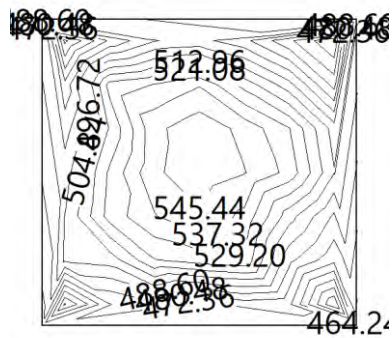
Disposición de las luminarias



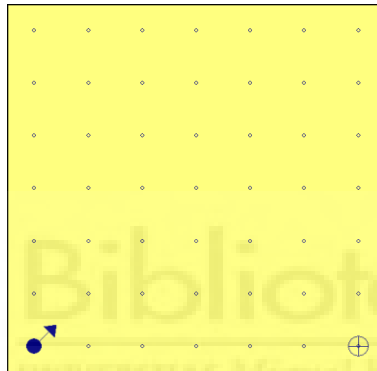
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
Total = 27.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.91
Iluminancia mínima (lux):	431.75
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	502.43
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.18
Factor de uniformidad (%):	85.93

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



-  Iluminancia mínima (431.75 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 5 (Planta baja)	4.83 m ²	4.70 m	22.68 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.40
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

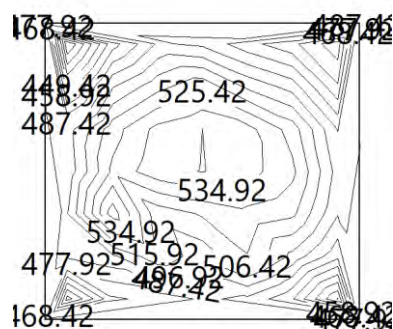
Disposición de las luminarias



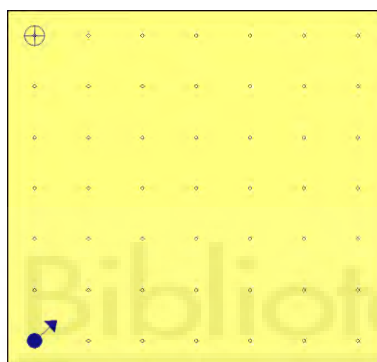
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.72
Iluminancia mínima (lux):	411.41
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	494.95
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.16
Factor de uniformidad (%):	83.12

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



 Iluminancia mínima (411.41 lux)

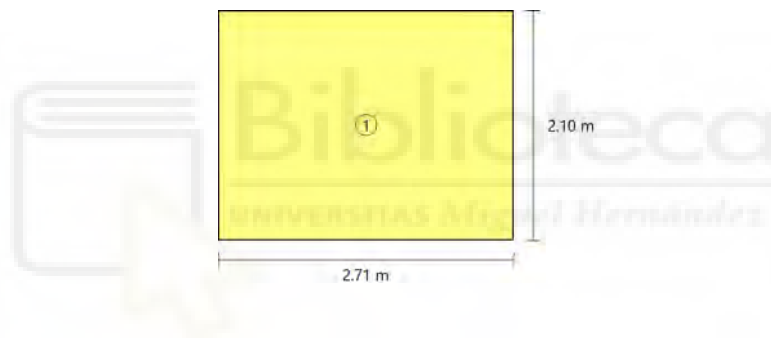
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 6 (Planta baja)	5.69 m ²	4.70 m	26.74 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.43
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

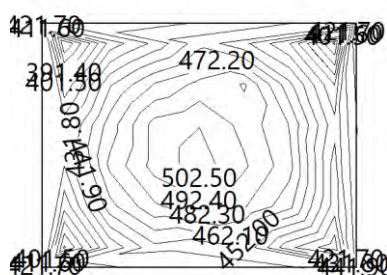
Disposición de las luminarias



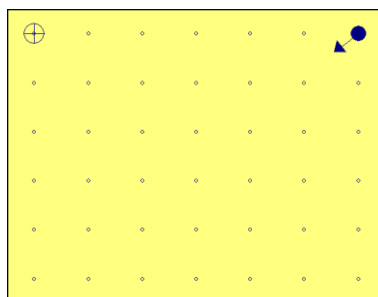
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.85
Iluminancia mínima (lux):	361.09
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	447.30
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.08
Factor de uniformidad (%):	80.73

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

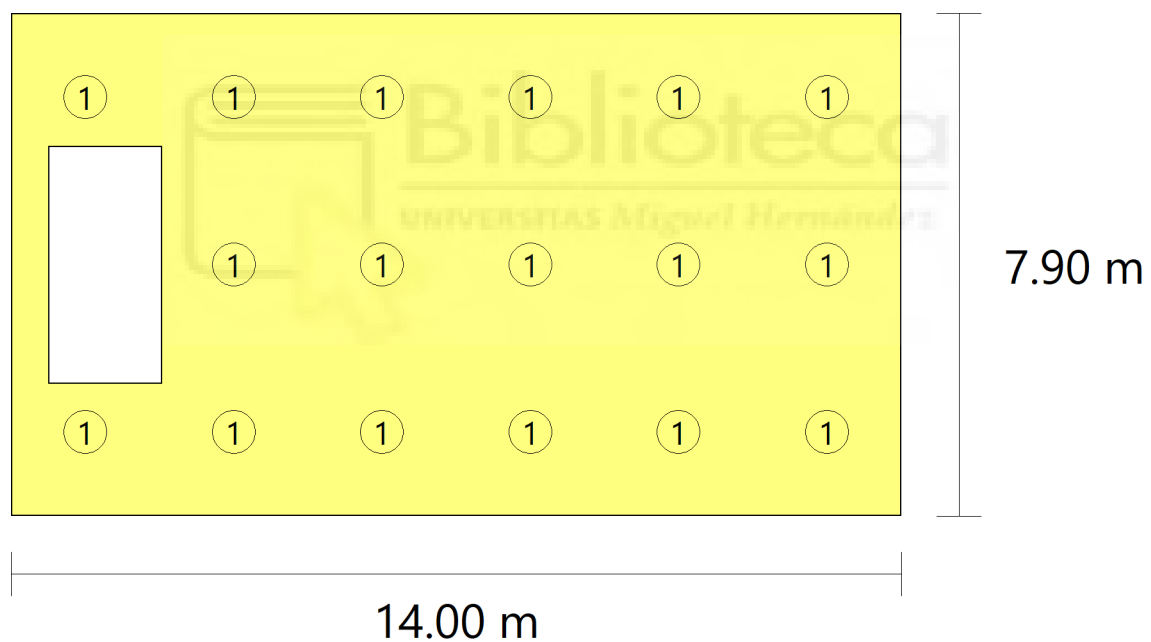


- ⊕ Iluminancia mínima (361.09 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 42)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
BIBLIOTECA-CAFÉ (Planta baja)	104.13 m ²	4.71 m	490.80 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.84
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

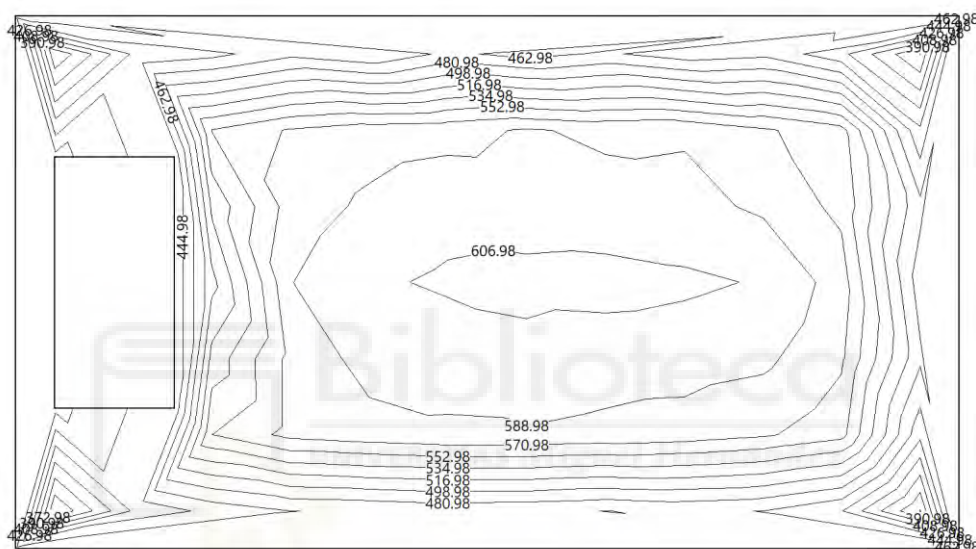
Disposición de las luminarias



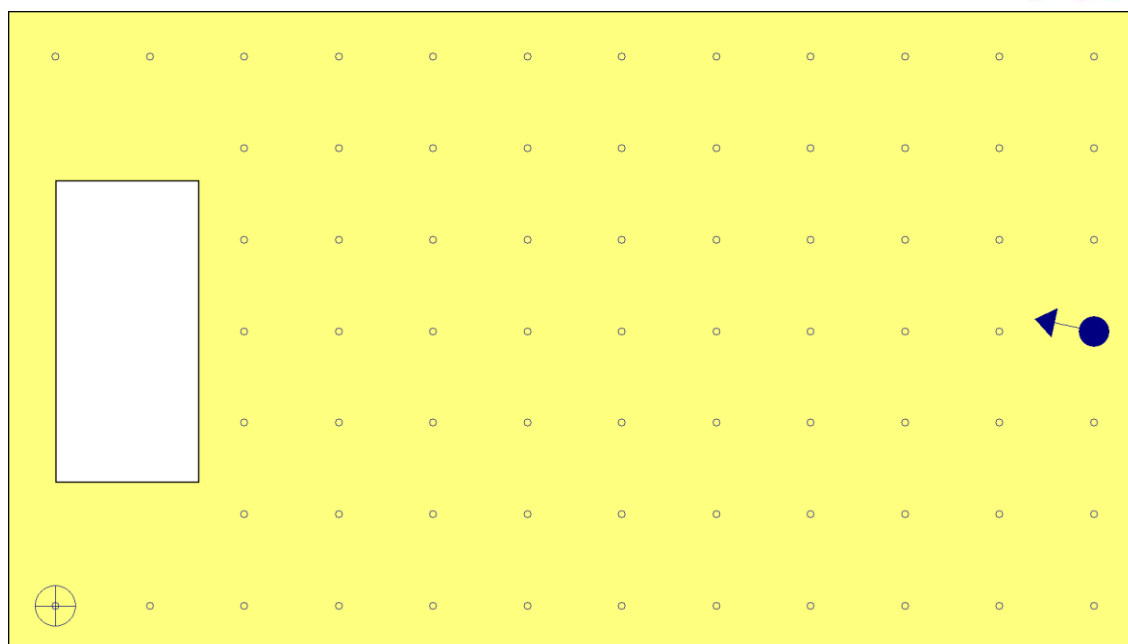
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	17	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	17 x 27.60
Total = 469.20 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.51
Iluminancia mínima (lux):	354.97
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	527.91
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	15.26
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.85
Factor de uniformidad (%):	67.24

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



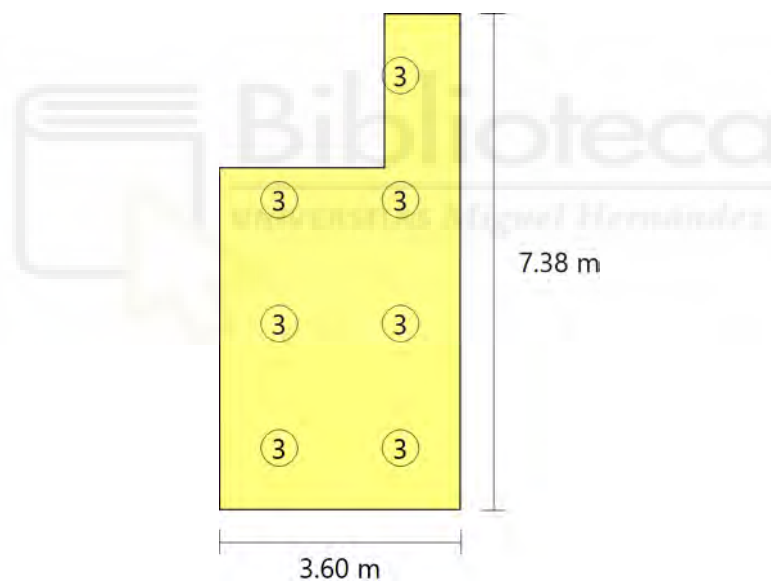
-  Iluminancia mínima (354.97 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.26)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 74)



RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 1 (Planta baja)	20.98 m ²	4.70 m	98.63 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	2.55
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

Disposición de las luminarias

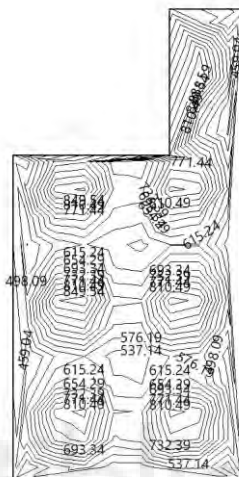


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	14	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	14 x 13.00
Total = 182.00 W						

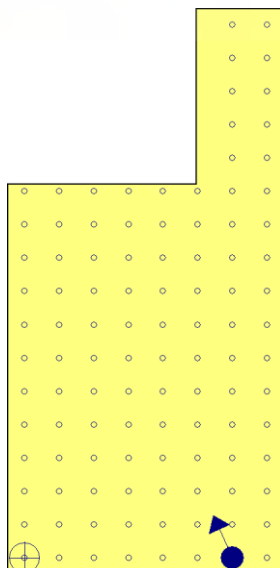
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	8.67

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	380.93
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	625.51
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	23.38
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.39
Factor de uniformidad (%):	60.90

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

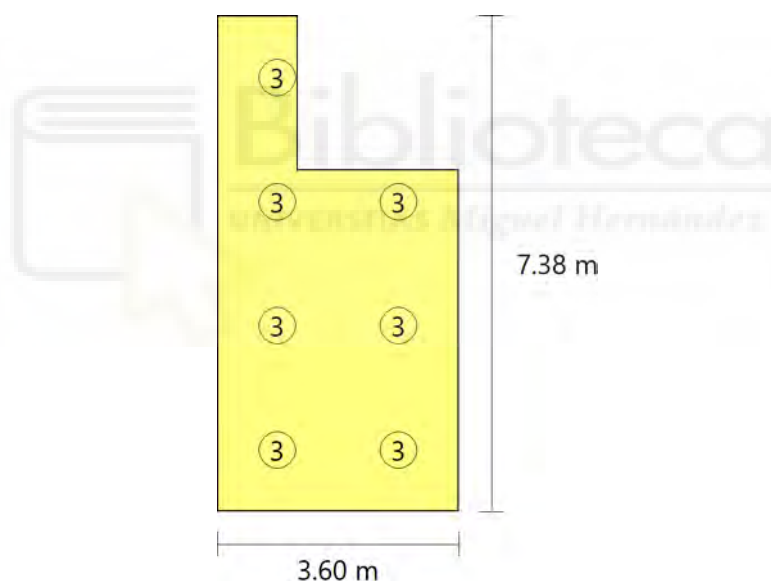


- ⊕ Iluminancia mínima (380.93 lux)
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 23.38)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 106)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 2 (Planta baja)	21.10 m ²	4.70 m	99.17 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.31
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

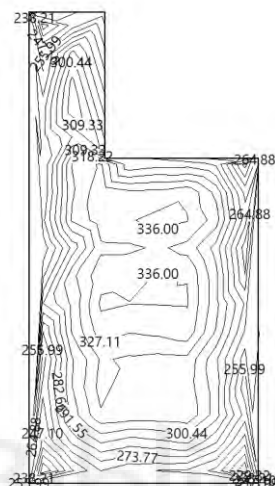


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

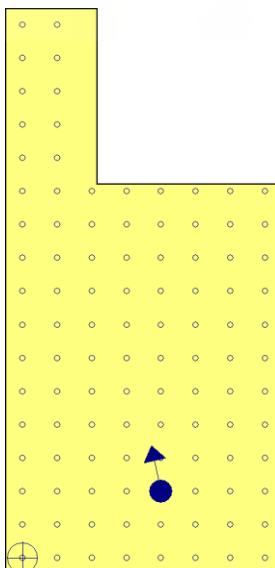
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.31

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	211.53
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	295.15
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.77
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.46
Factor de uniformidad (%):	71.67

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

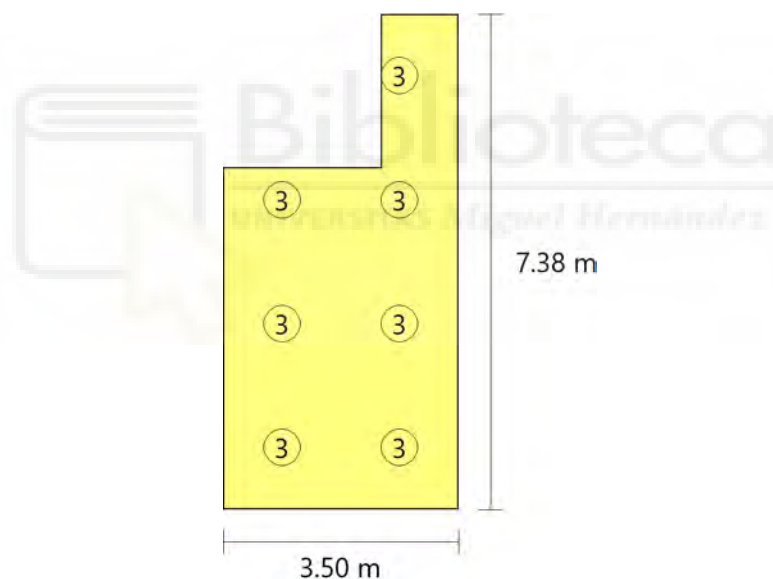


-  Iluminancia mínima (211.53 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.77)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 106)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 3 (Planta baja)	20.48 m ²	4.70 m	96.24 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.28
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

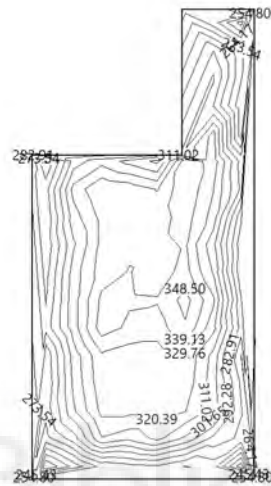


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

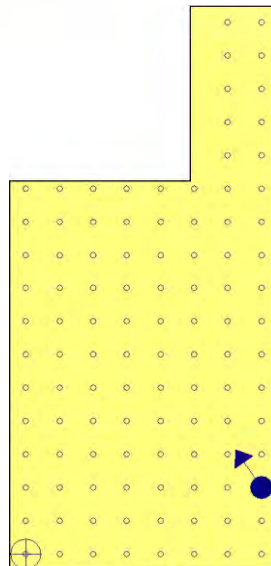
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.44

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	217.31
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	304.06
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.66
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.46
Factor de uniformidad (%):	71.47

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

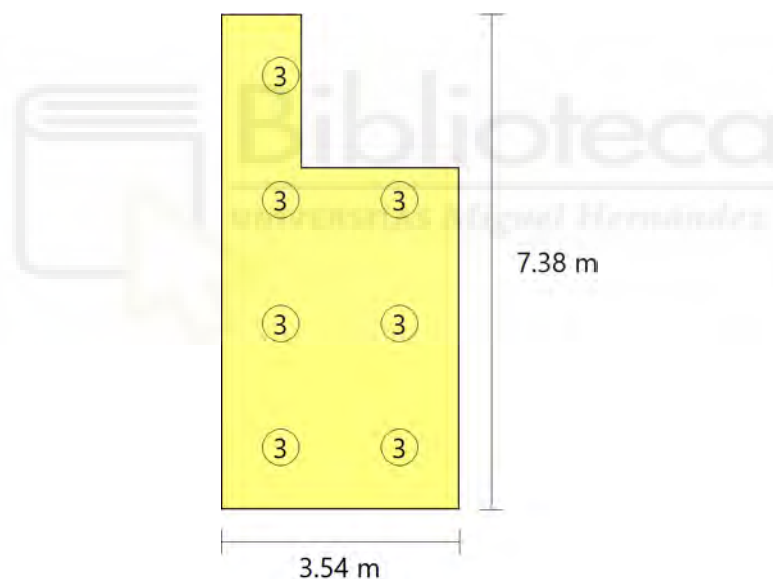


-  Iluminancia mínima (217.31 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.66)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 106)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 4 (Planta baja)	20.79 m ²	4.70 m	97.70 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.29
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

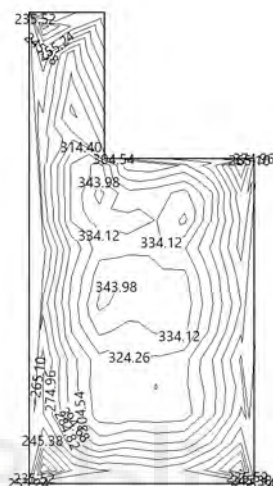


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

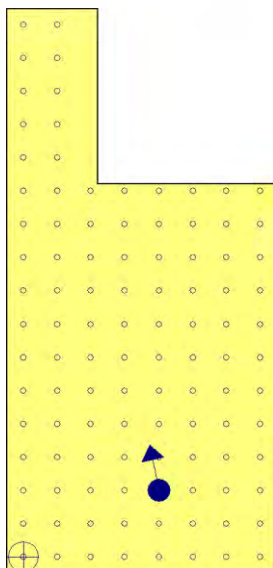
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.38

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	205.93
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	298.52
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.77
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.47
Factor de uniformidad (%):	68.98

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

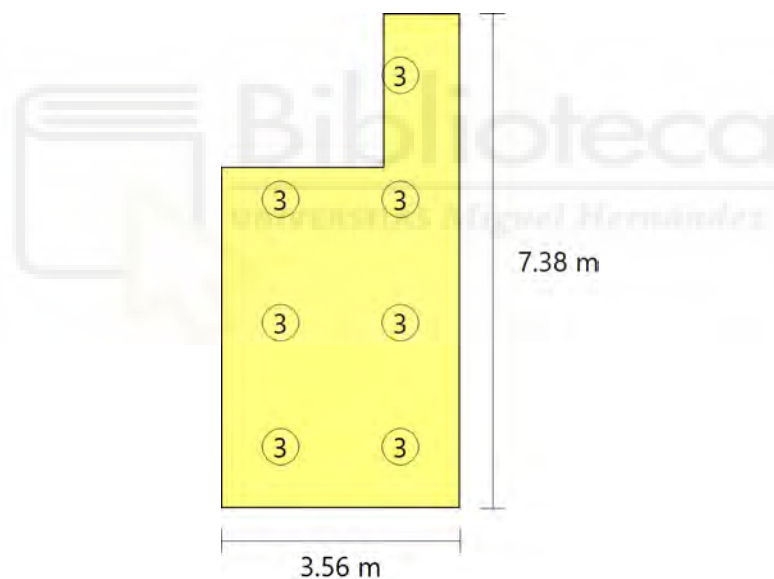


-  Iluminancia mínima (205.93 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.77)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 106)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 5 (Planta baja)	20.79 m ²	4.70 m	97.73 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.30
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

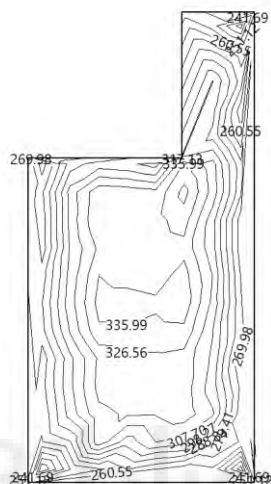


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

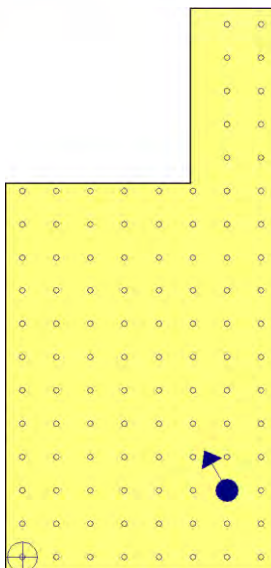
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.38

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	213.39
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	298.74
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.71
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.46
Factor de uniformidad (%):	71.43

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

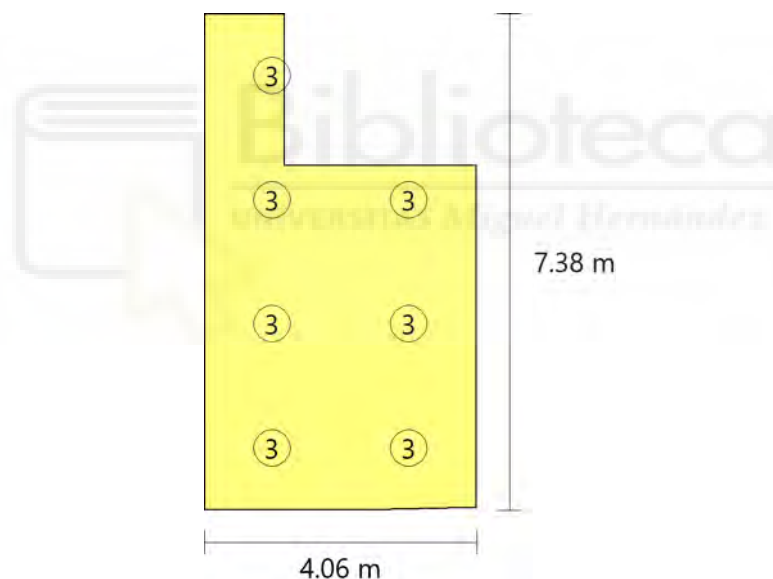


- ⊕ Iluminancia mínima (213.39 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.71)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 106)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 6 (Planta baja)	23.50 m ²	4.70 m	110.43 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.42
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

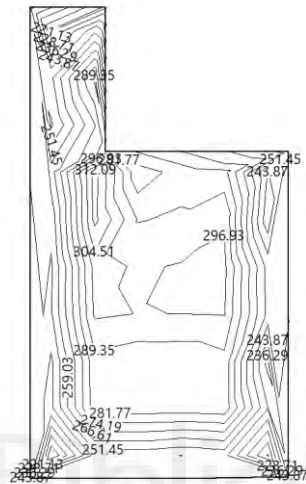


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.87

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	205.96
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	269.22
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.81
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.44
Factor de uniformidad (%):	76.50

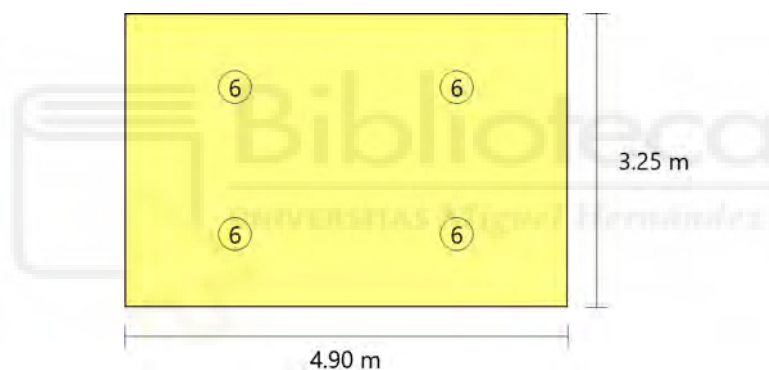
Valores calculados de iluminancia



RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ENFERMERÍA (Planta baja)	15.92 m ²	4.70 m	74.84 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.50
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.70
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.61
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

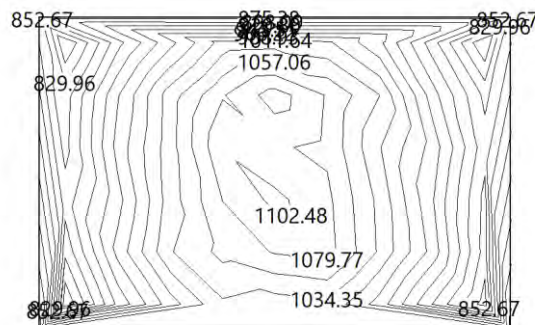
Disposición de las luminarias



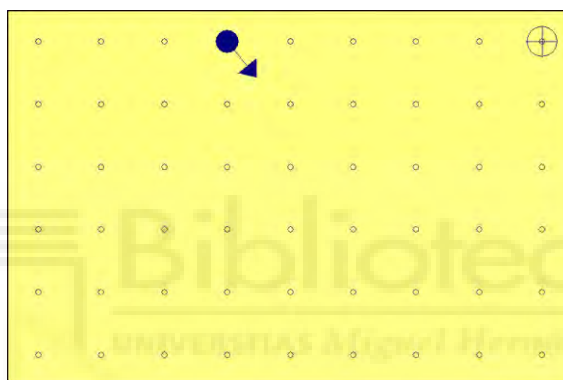
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
6	4	Philips - 4MX400 491 LED66S/840 PSD WB WH	6600	169.23	100	4 x 39.00
Total = 156.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	9.80
Iluminancia mínima (lux):	784.53
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	969.98
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	18.47
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.01
Factor de uniformidad (%):	80.88

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (784.53 lux)

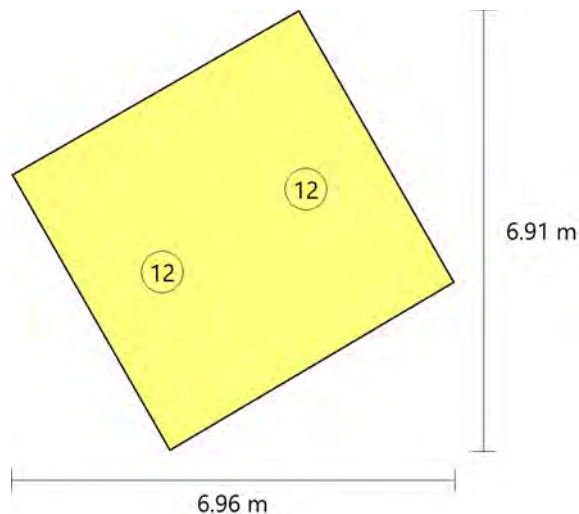
◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 18.47)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 54)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ESCALERA (Planta baja)	25.75 m ²	4.70 m	121.02 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	2.00
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.75
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.59
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

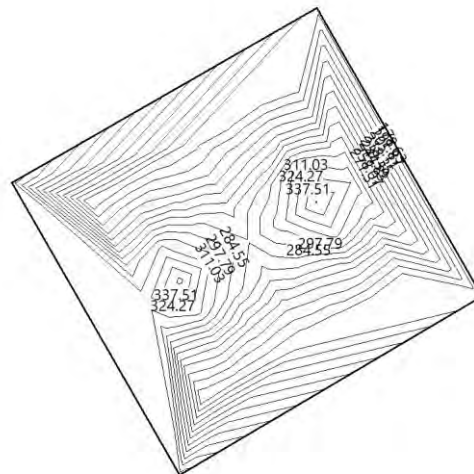
Disposición de las luminarias



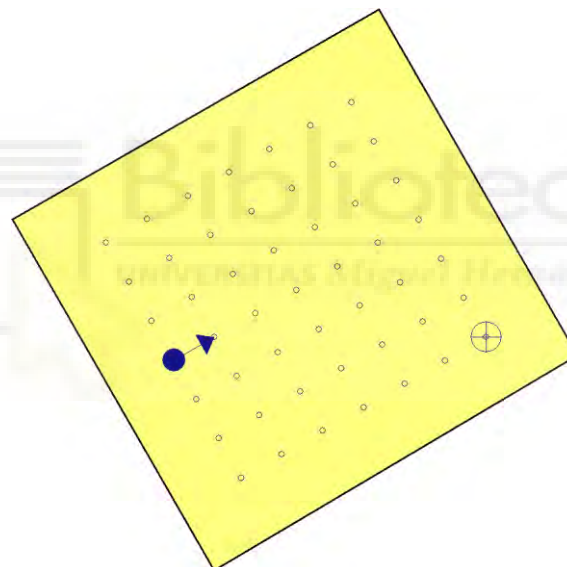
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
12	2	Ledvance - 4058075424227	2600	113.04	97	2 x 23.00
						Total = 46.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	1.79
Iluminancia mínima (lux):	165.38
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	240.04
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.80
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.74
Factor de uniformidad (%):	68.89

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



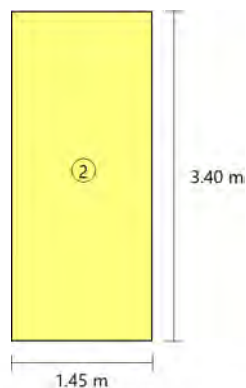
- ⊕ Iluminancia mínima (165.38 lux)
- ◄● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.80)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 49)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
OFICINA DE GESTIÓN (Planta baja)	4.93 m ²	4.70 m	23.17 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85

Alumbrado normal	
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.43
Índice del local K:	0.52
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

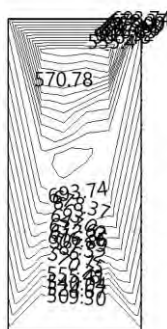
Disposición de las luminarias



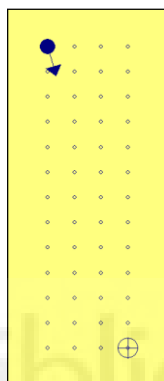
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	1	Philips - 4MX400 581 LED80S/840 PSD WB WH	8000	166.67	100	1 x 48.00
						Total = 48.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	9.74
Iluminancia mínima (lux):	493.92
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	617.17
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.58
Factor de uniformidad (%):	80.03

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

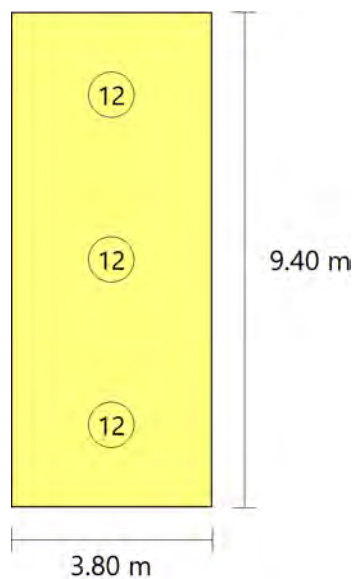


- ⊕ Iluminancia mínima (493.92 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 52)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
PASILLO 1 (Planta baja)	35.72 m ²	4.70 m	167.89 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	2.00
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.75
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.69
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

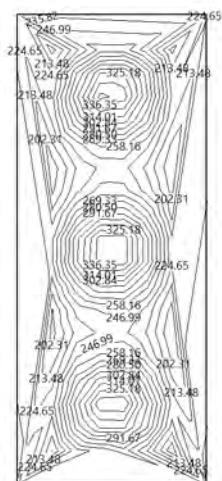
Disposición de las luminarias



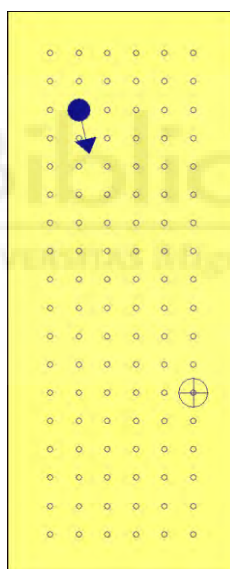
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
12	3	Ledvance - 4058075424227	2600	113.04	97	3 x 23.00
						Total = 69.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	1.93
Iluminancia mínima (lux):	191.13
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	254.76
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	18.75
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.76
Factor de uniformidad (%):	75.02

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

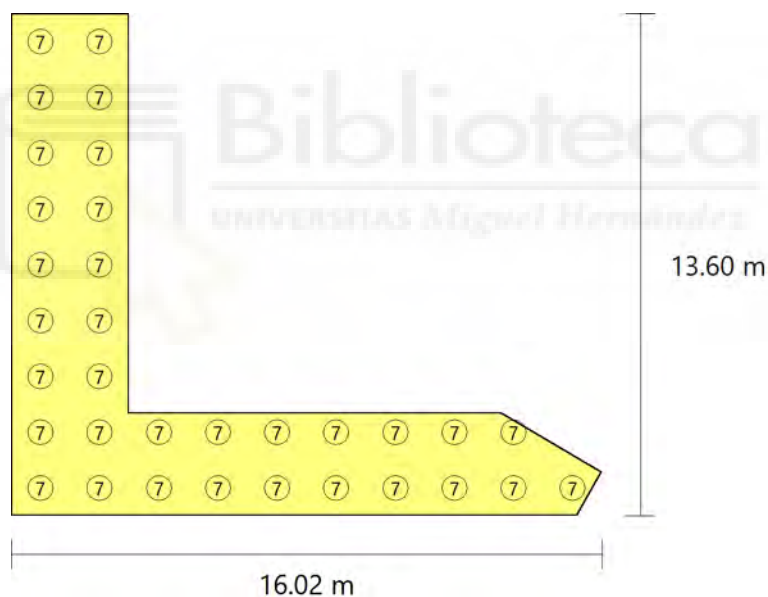


-  Iluminancia mínima (191.13 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 18.75)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 108)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE EQUIPOS 1 (Planta baja)	76.82 m ²	4.83 m	371.42 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.40
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.82
Índice del local K:	3.98
Número mínimo de puntos de cálculo:	25

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
7	33	Ledvance - 4058075617902	920	70.77	96	33 x 13.00
Total = 429.00 W						

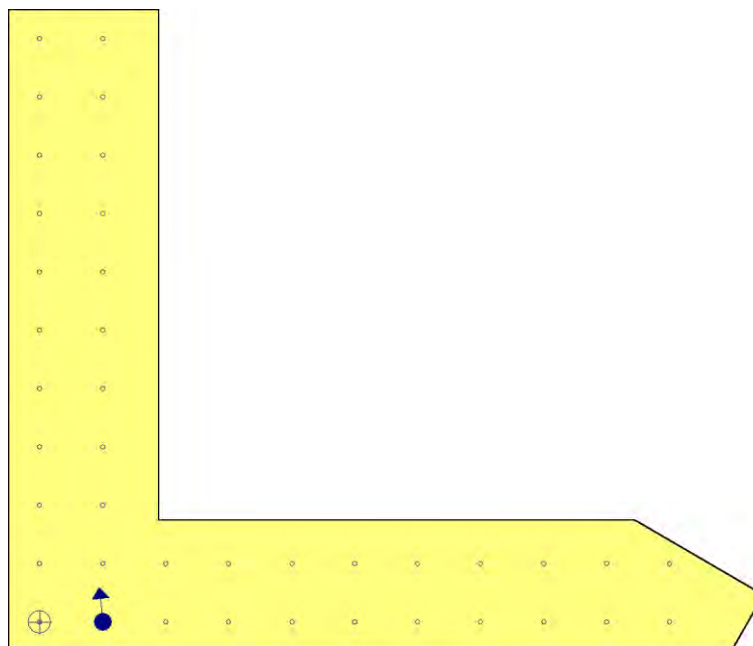
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.58
Iluminancia mínima (lux):	297.04

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	359.70
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.43
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.55
Factor de uniformidad (%):	82.58

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

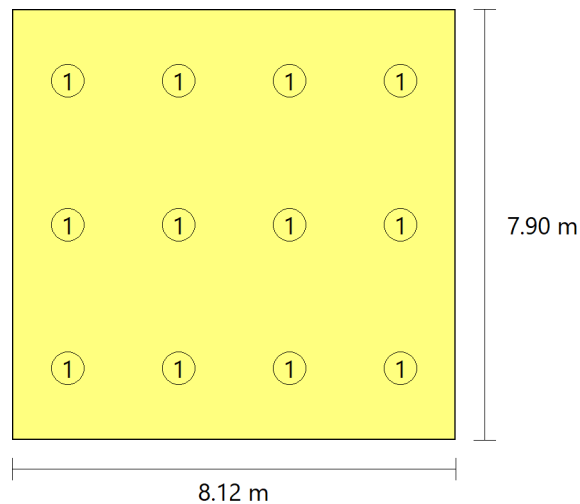


- Iluminancia mínima (297.04 lux)
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.43)
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 40)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE REUNIONES 1 (Planta baja)	64.17 m ²	4.70 m	301.61 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.46
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

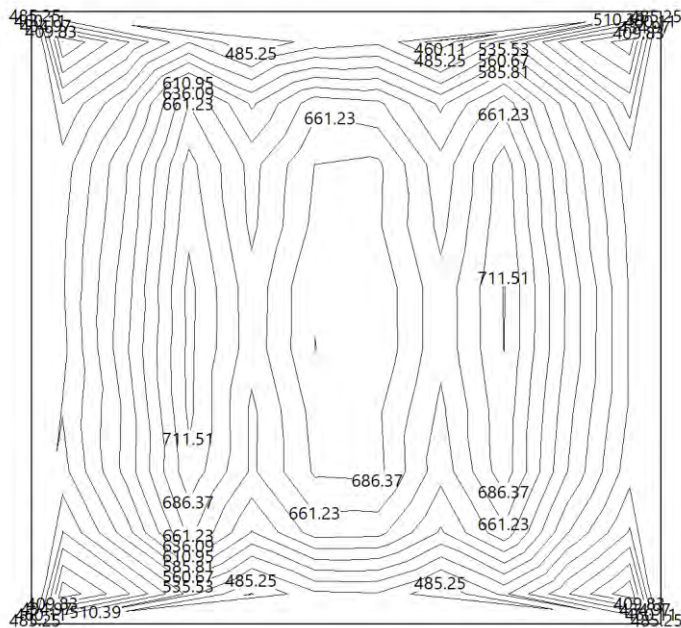
Disposición de las luminarias



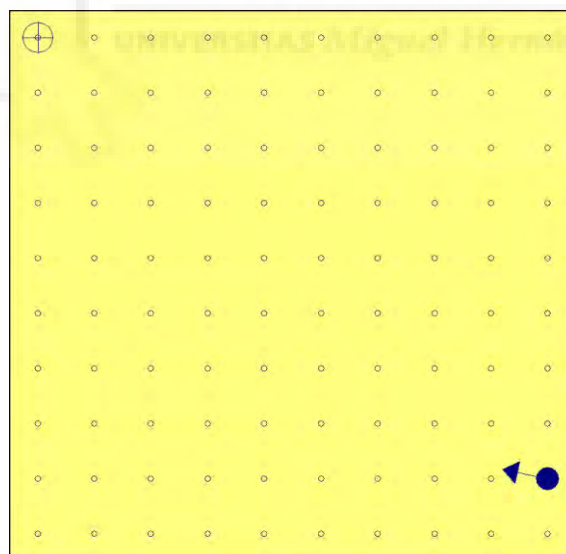
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	12 x 27.60
Total = 331.20 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	5.16
Iluminancia mínima (lux):	359.54
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	582.67
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	14.67
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.89
Factor de uniformidad (%):	61.71

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

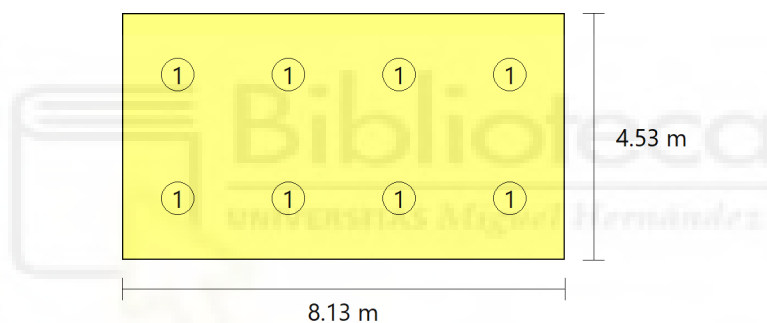


-  Iluminancia mínima (359.54 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.67)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 100)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE REUNIONES 2 (Planta baja)	36.79 m ²	4.70 m	172.90 m ³

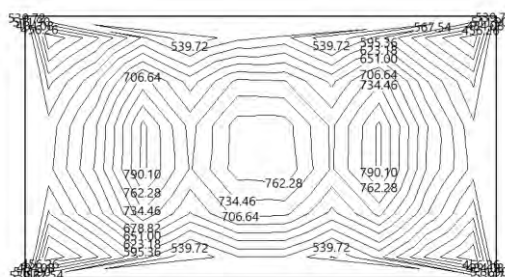
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.06
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	8	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	8 x 27.60
Total = 220.80 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	6.00
Iluminancia mínima (lux):	400.61
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	613.27
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	14.88
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.98
Factor de uniformidad (%):	65.32



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (400.61 lux)

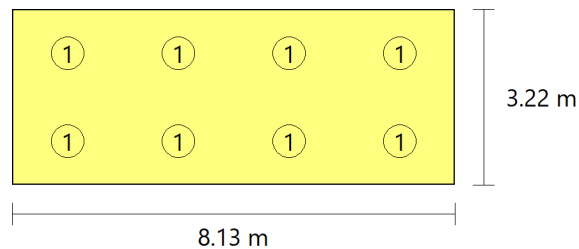
◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.88)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 60)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE REUNIONES 3 (Planta baja)	26.20 m ²	4.70 m	123.13 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.84
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

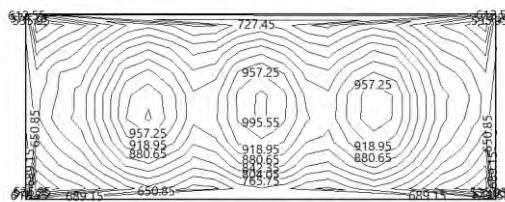
Disposición de las luminarias



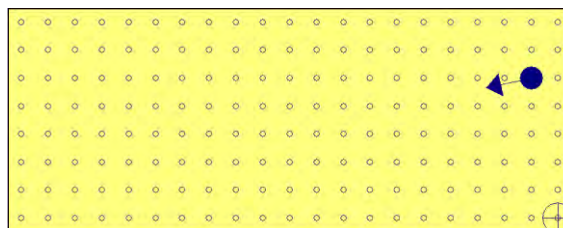
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	8	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	8 x 27.60
Total = 220.80 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	8.43
Iluminancia mínima (lux):	459.34
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	760.31
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	14.74
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.11
Factor de uniformidad (%):	60.41

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (459.34 lux)

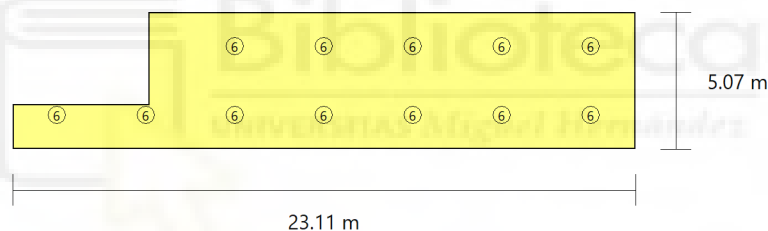
◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.74)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 168)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALÓN-COMEDOR (Planta baja)	99.89 m ²	4.70 m	469.48 m ³

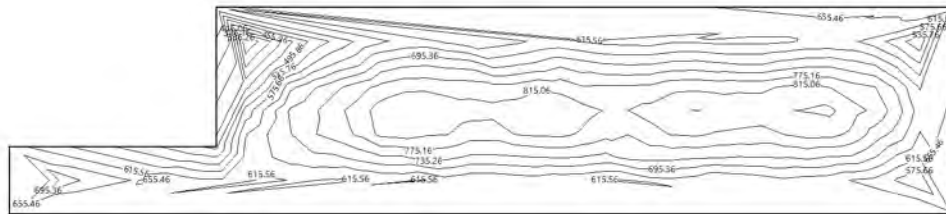
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.51
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

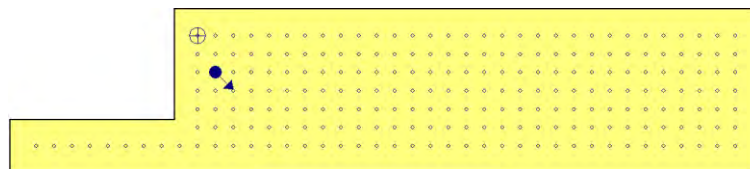


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
6	12	Philips - 4MX400 491 LED66S/840 PSD WB WH	6600	169.23	100	12 x 39.00
Total = 468.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.69
Iluminancia mínima (lux):	296.35
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	701.65
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	19.81
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	0.67
Factor de uniformidad (%):	42.24



Posición de los valores pésimos calculados

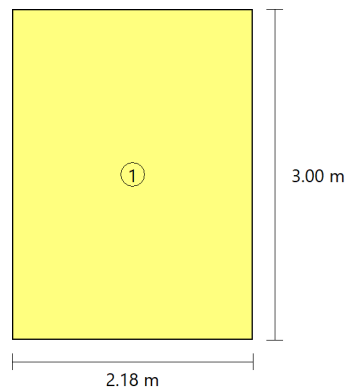


- ⊕ Iluminancia mínima (296.35 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 19.81)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 226)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO 8 (Planta 1)	6.54 m ²	3.30 m	21.60 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.52
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

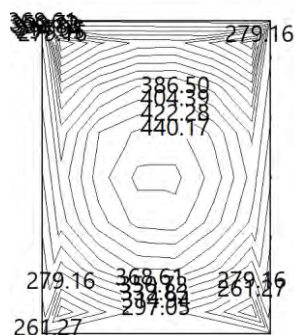
Disposición de las luminarias



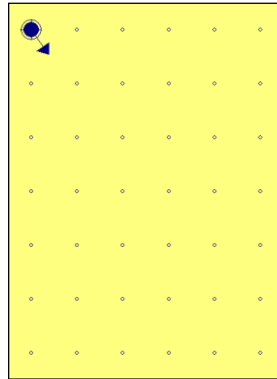
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
Total = 27.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.22
Iluminancia mínima (lux):	207.59
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	349.60
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.21
Factor de uniformidad (%):	59.38

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

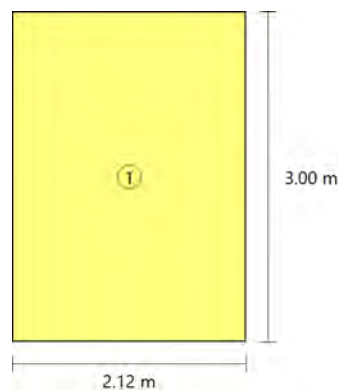


-  Iluminancia mínima (207.59 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 42)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 10 (Planta 1)	6.37 m ²	3.30 m	21.02 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.51
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

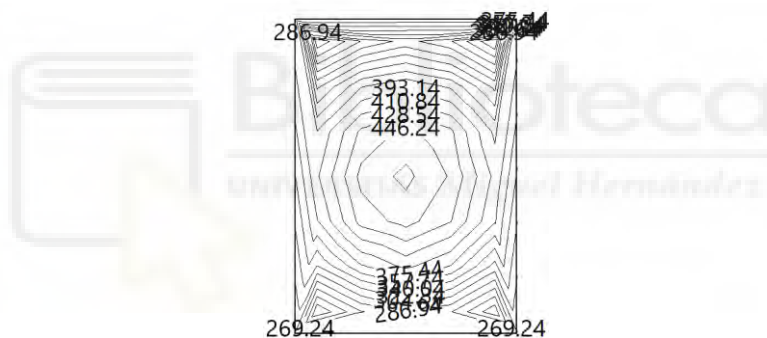
Disposición de las luminarias



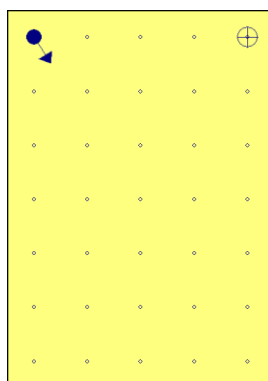
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.33
Iluminancia mínima (lux):	216.13
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	353.27
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.23
Factor de uniformidad (%):	61.18

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

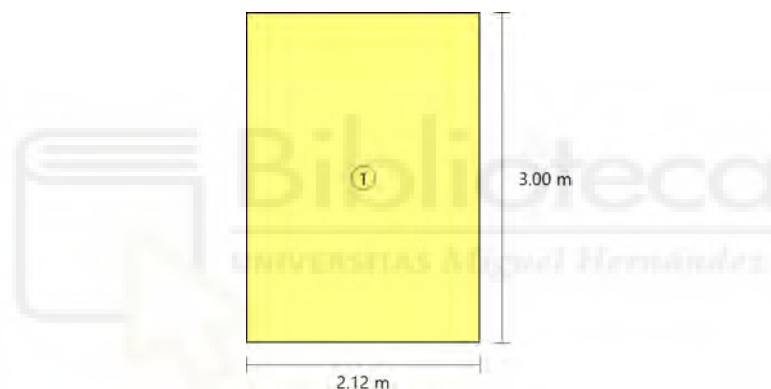


- ⊕ Iluminancia mínima (216.13 lux)
- ◐ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 35)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 11 (Planta 1)	6.37 m ²	3.30 m	21.03 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.51
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

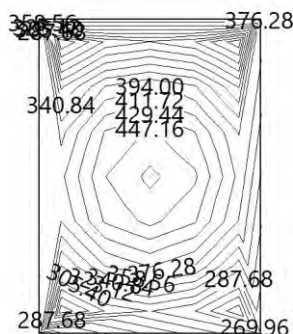
Disposición de las luminarias



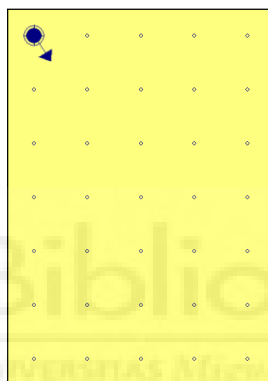
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
Total = 27.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.33
Iluminancia mínima (lux):	216.79
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	353.78
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.22
Factor de uniformidad (%):	61.28

Valores calculados de iluminancia



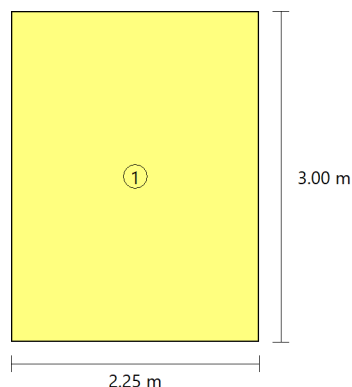
Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (216.79 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 35)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 12 (Planta 1)	6.76 m ²	3.30 m	22.30 m ³

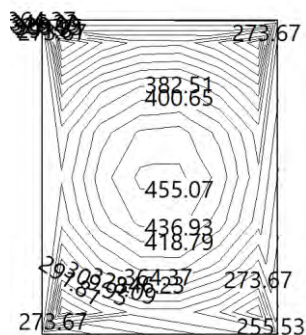
Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.53
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias

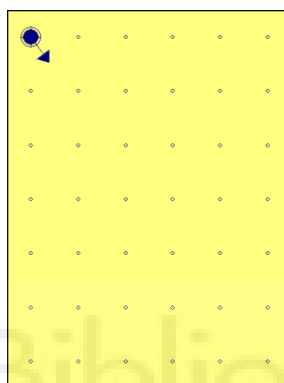
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.08
Iluminancia mínima (lux):	201.10
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	344.89
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.18
Factor de uniformidad (%):	58.31

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

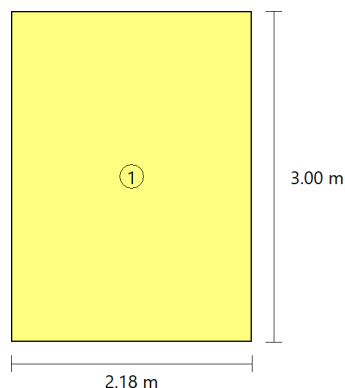


-  Iluminancia mínima (201.10 lux)
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 42)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 7 (Planta 1)	6.55 m ²	3.30 m	21.60 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.52
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

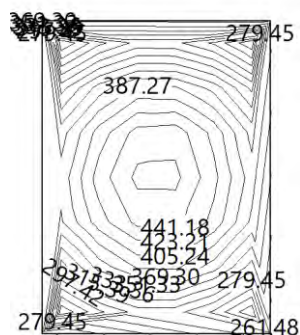
Disposición de las luminarias



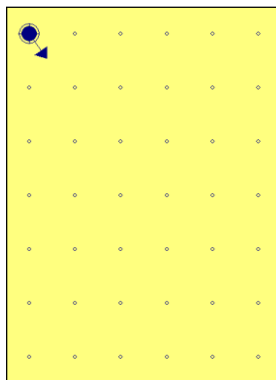
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
Total = 27.60 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.22
Iluminancia mínima (lux):	207.56
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	349.78
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.21
Factor de uniformidad (%):	59.34

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (207.56 lux)

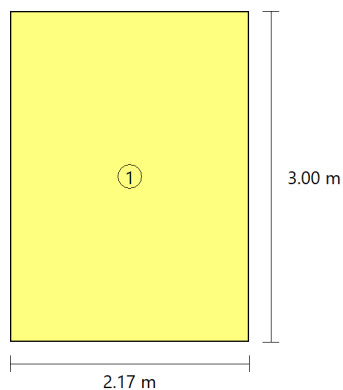
◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 42)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
ASEO PRIVADO DORM 9 (Planta 1)	6.51 m ²	3.30 m	21.47 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coefficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coefficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coefficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	0.51
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

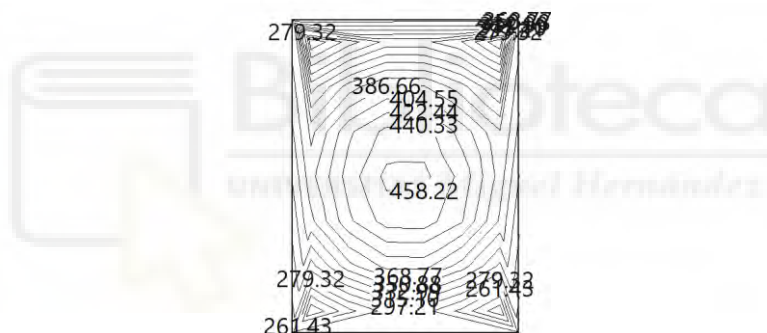
Disposición de las luminarias



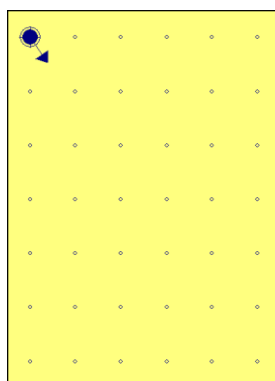
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	1 x 27.60
						Total = 27.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	4.24
Iluminancia mínima (lux):	207.75
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	350.31
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.21
Factor de uniformidad (%):	59.31

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

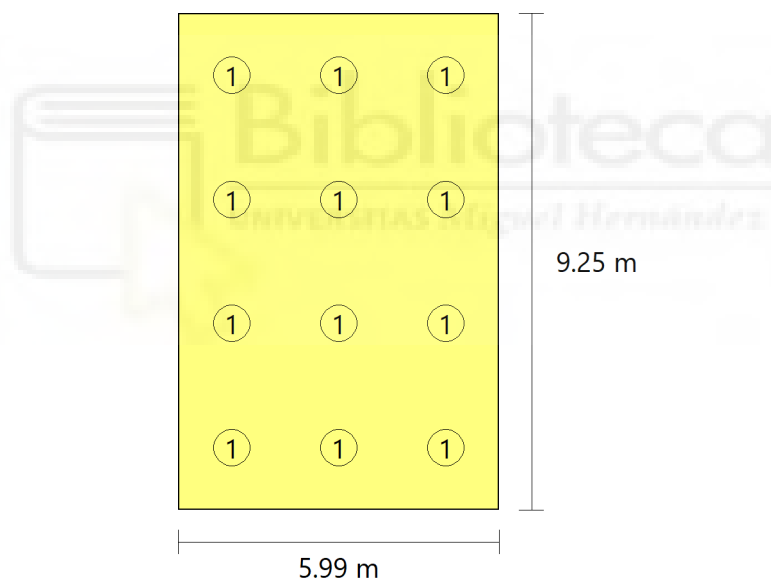


- ⊕ Iluminancia mínima (207.75 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 0.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 42)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
AULA (Planta 1)	55.40 m ²	3.30 m	182.81 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.48
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

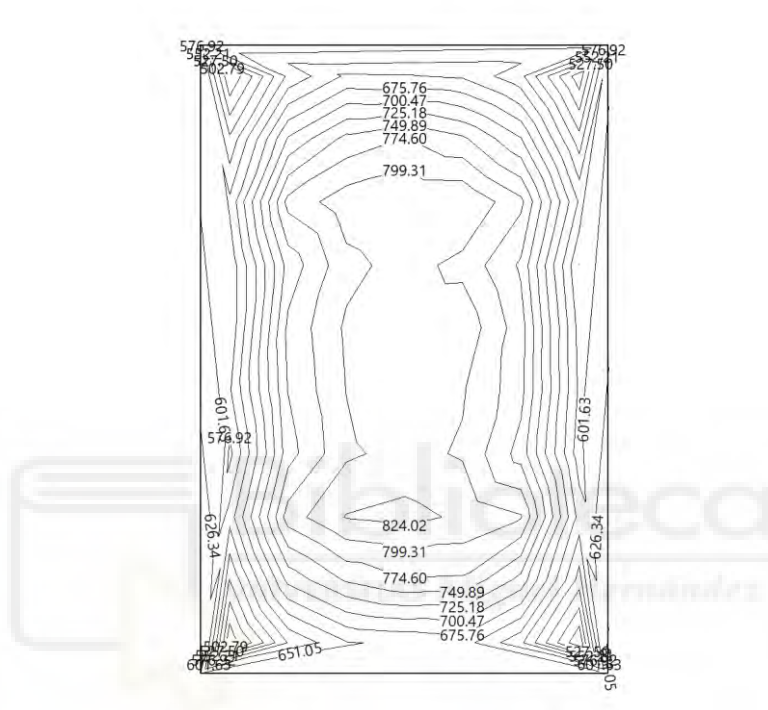


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	12 x 27.60
Total = 331.20 W						

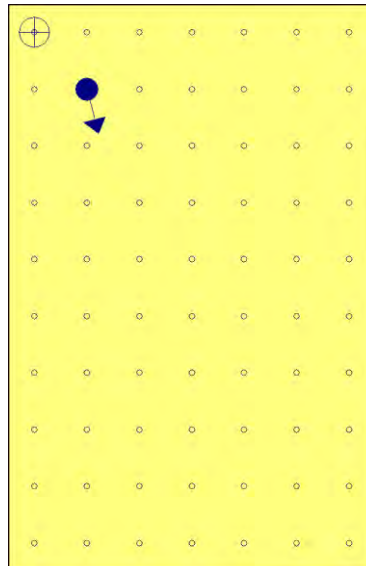
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.98

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	478.07
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	696.94
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	14.31
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.86
Factor de uniformidad (%):	68.60

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



 Iluminancia mínima (478.07 lux)

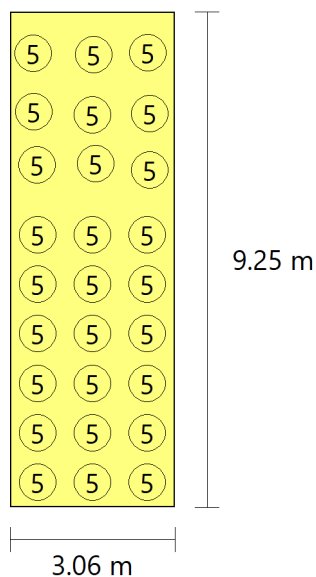
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.31)

 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 70)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DESPACHO 1 (Planta 1)	28.30 m ²	3.30 m	93.39 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.43
Índice del local K:	0.94
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

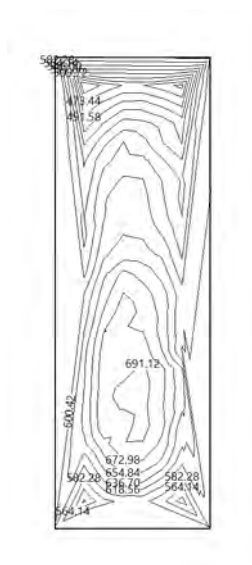
Disposición de las luminarias



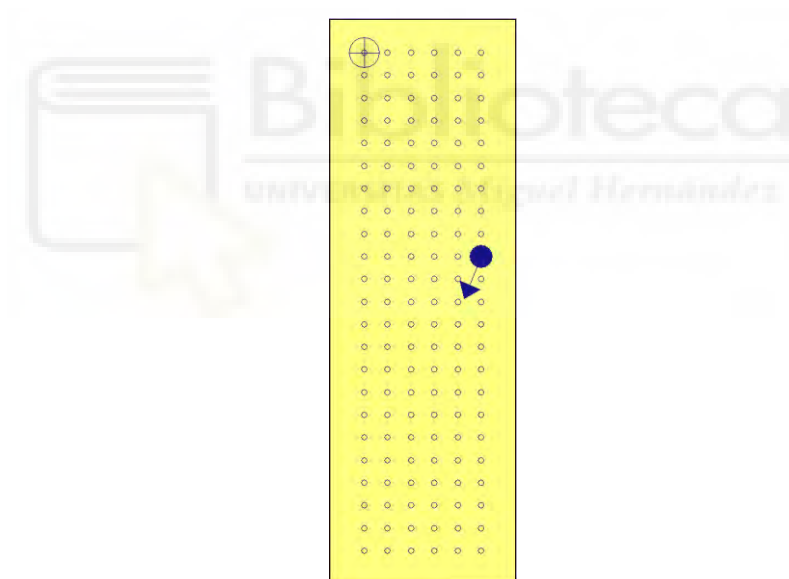
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	27	Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH	1200	122.45	99	27 x 9.80
						Total = 264.60 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	9.35
Iluminancia mínima (lux):	437.15
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	606.13
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	9.69
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.54
Factor de uniformidad (%):	72.12

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

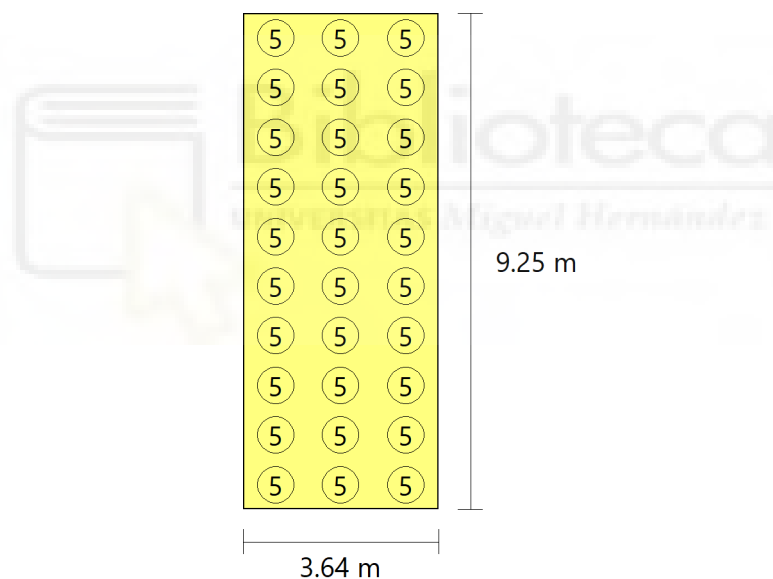


-  Iluminancia mínima (437.15 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 9.69)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 138)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DESPACHO 2 (Planta 1)	33.65 m ²	3.30 m	111.05 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.43
Índice del local K:	1.11
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

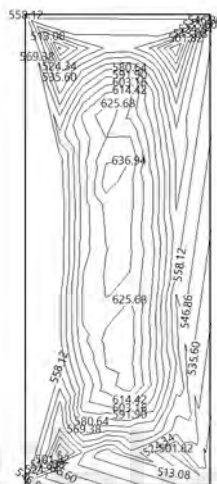


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	30	Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH	1200	122.45	99	30 x 9.80
Total = 294.00 W						

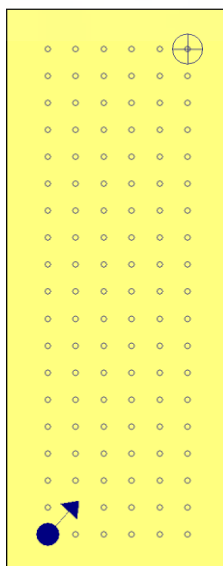
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	8.74

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	479.29
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	581.61
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	9.53
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.50
Factor de uniformidad (%):	82.41

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

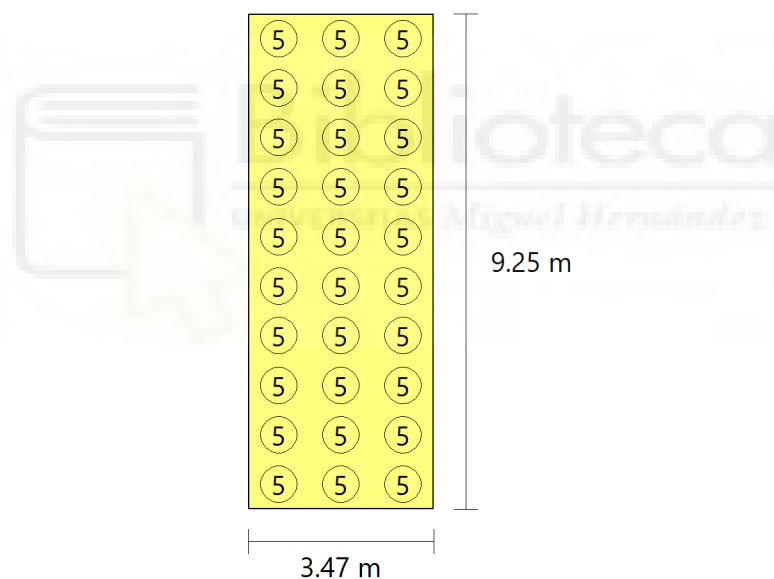


- ⊕ Iluminancia mínima (479.29 lux)
- ◐ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 9.53)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 114)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DESPACHO 3 (Planta 1)	32.08 m ²	3.30 m	105.85 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.43
Índice del local K:	1.07
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

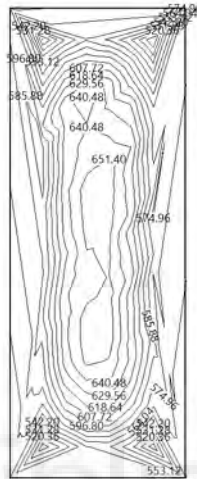


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	30	Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH	1200	122.45	99	30 x 9.80
Total = 294.00 W						

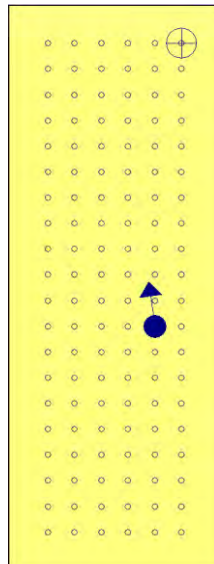
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	9.17

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	498.51
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	605.18
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	9.84
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.51
Factor de uniformidad (%):	82.37

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

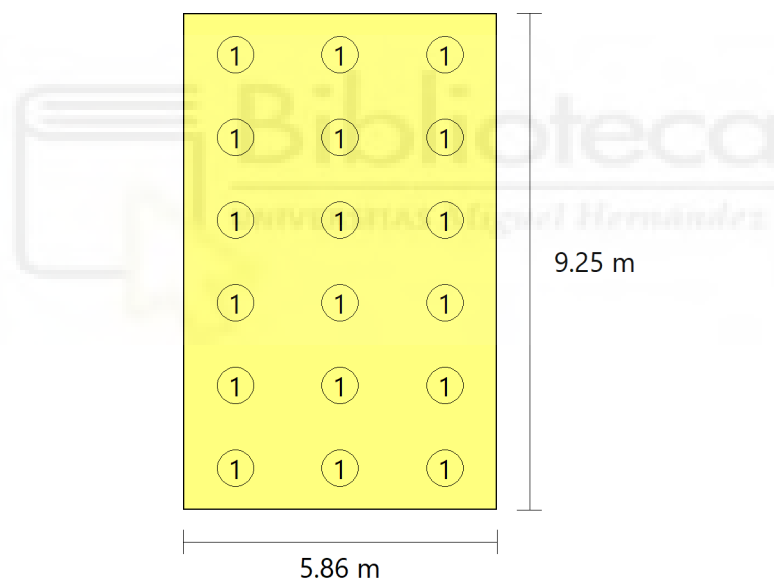


-  Iluminancia mínima (498.51 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 9.84)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 120)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DESPACHO 4 (Planta 1)	54.17 m ²	3.30 m	178.77 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.85
Índice del local K:	1.46
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

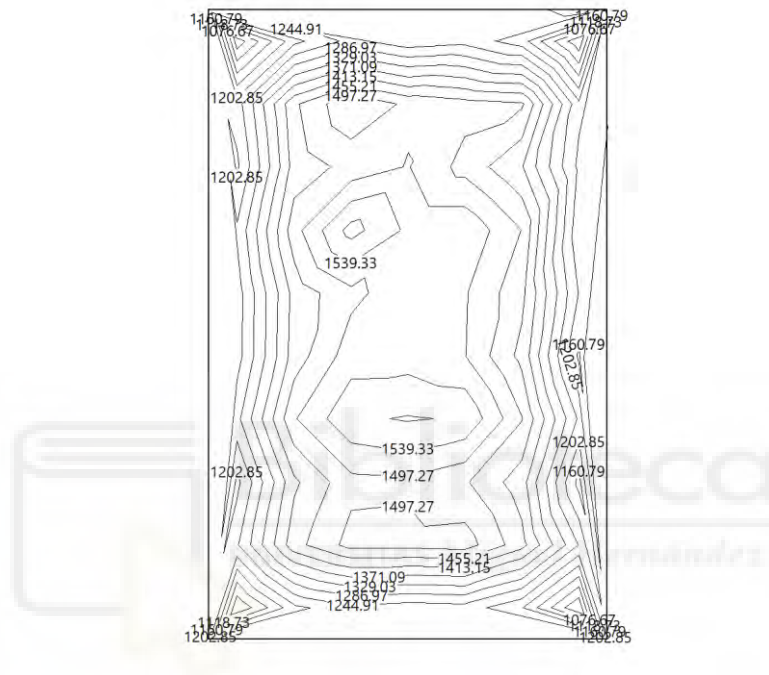


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	18	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	18 x 27.60
Total = 496.80 W						

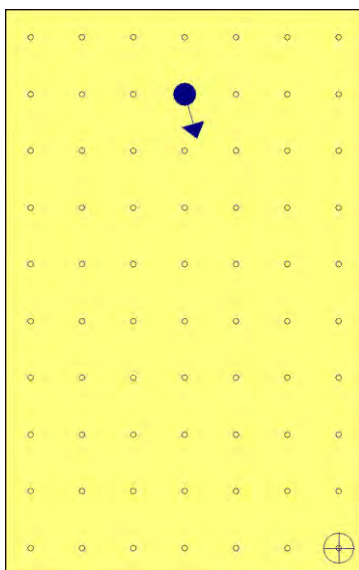
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	9.17

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	992.54
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	1354.04
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	9.94
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.68
Factor de uniformidad (%):	73.30

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (992.54 lux)

◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 9.94)

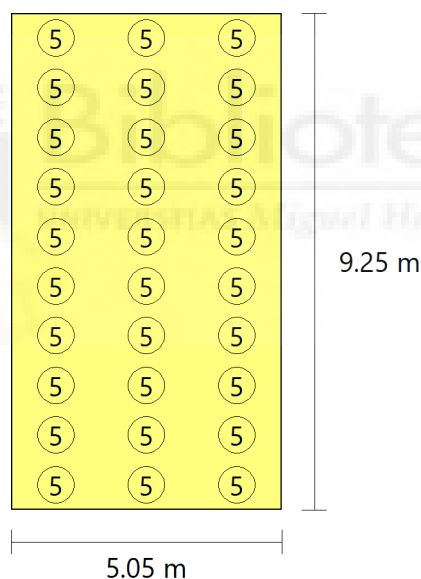
○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 70)



RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DESPACHO 5 (Planta 1)	46.67 m ²	3.30 m	154.01 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.85
Índice del local K:	1.33
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

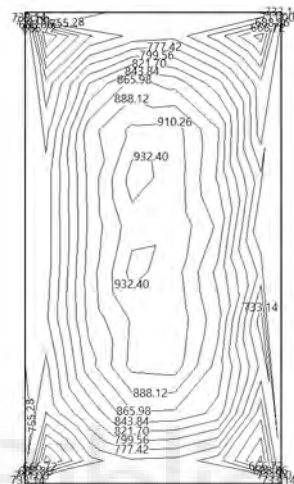


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	30	Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH	1200	122.45	99	30 x 9.80
Total = 294.00 W						

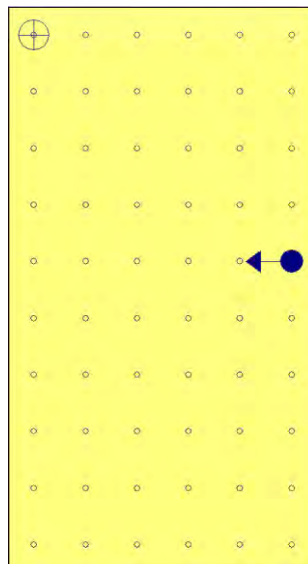
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	6.30

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	622.43
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	808.30
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	13.18
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.78
Factor de uniformidad (%):	77.00

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



⊕ Iluminancia mínima (622.43 lux)

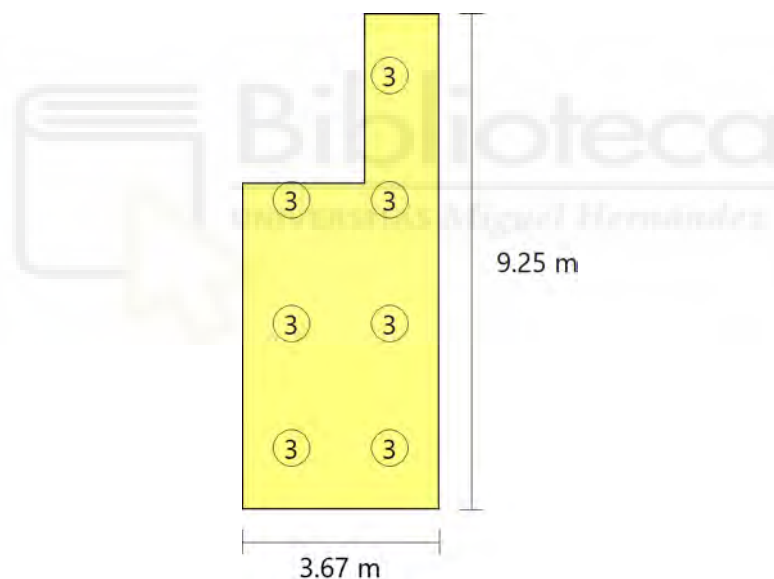
◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.18)

○ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 60)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 11 (Planta 1)	26.74 m ²	3.30 m	88.24 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.75
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

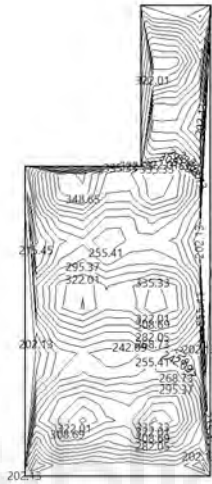


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

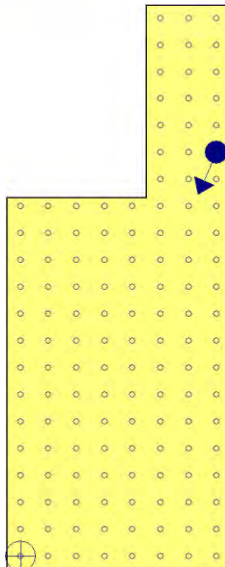
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.40

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	175.48
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	271.62
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	21.86
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.25
Factor de uniformidad (%):	64.60

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

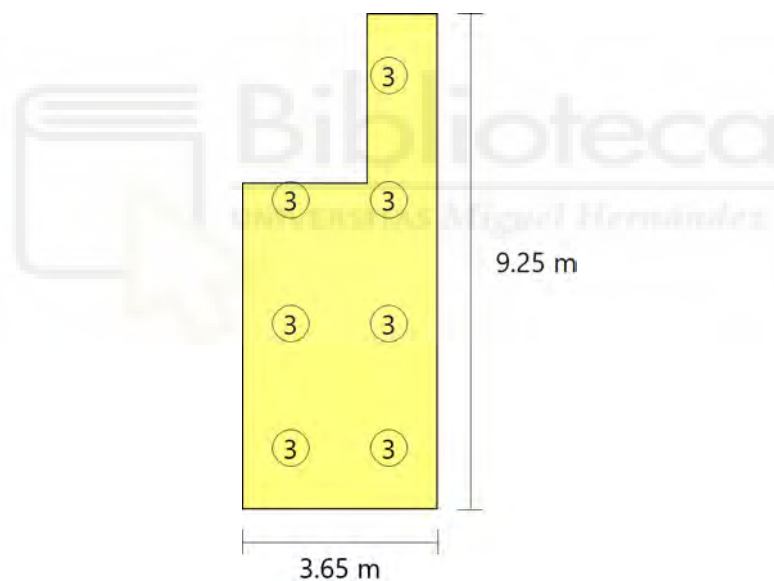


-  Iluminancia mínima (175.48 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.86)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 133)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 9 (Planta 1)	26.46 m ²	3.30 m	87.30 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.69
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

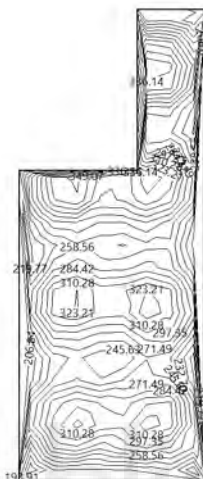


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

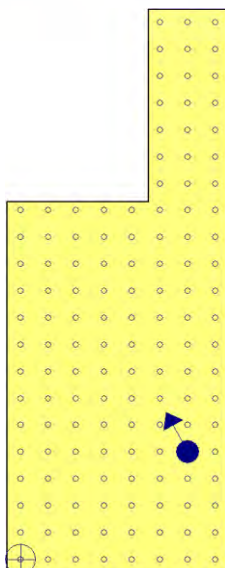
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.44

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	168.04
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	270.09
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	21.52
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.27
Factor de uniformidad (%):	62.22

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

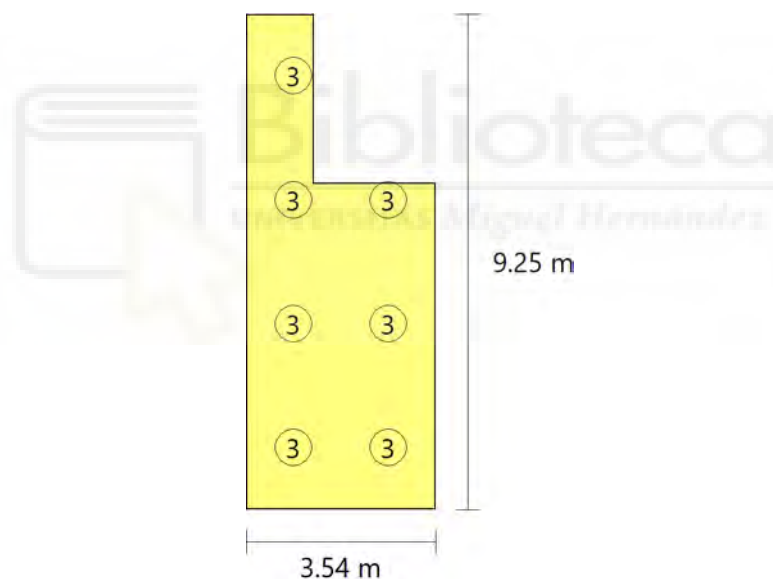


- ⊕ Iluminancia mínima (168.04 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.52)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 133)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 10 (Planta 1)	25.54 m ²	3.30 m	84.31 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.65
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

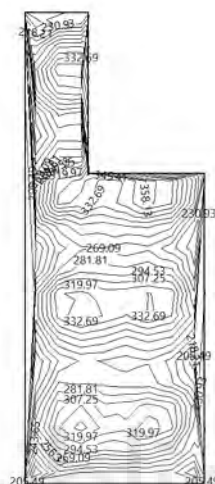


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

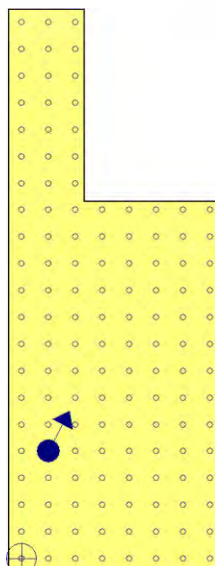
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.56

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	180.04
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	277.95
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	21.48
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.28
Factor de uniformidad (%):	64.77

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

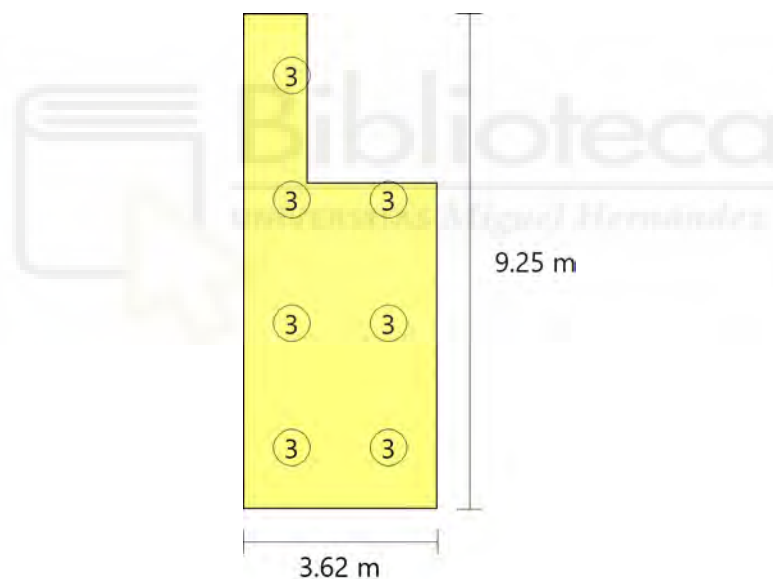


- ⊕ Iluminancia mínima (180.04 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.48)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 133)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 12 (Planta 1)	25.87 m ²	3.30 m	85.37 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.68
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

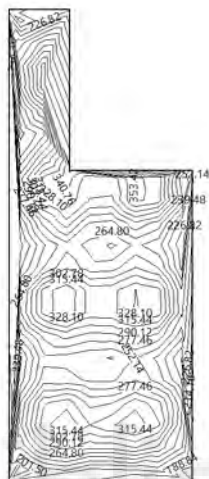


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

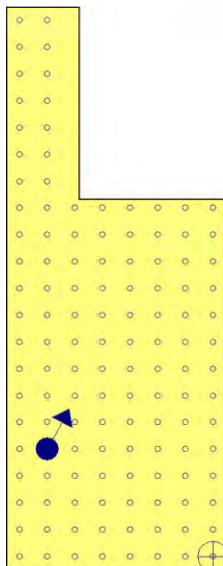
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.52

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	176.17
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	271.99
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	21.48
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.29
Factor de uniformidad (%):	64.77

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

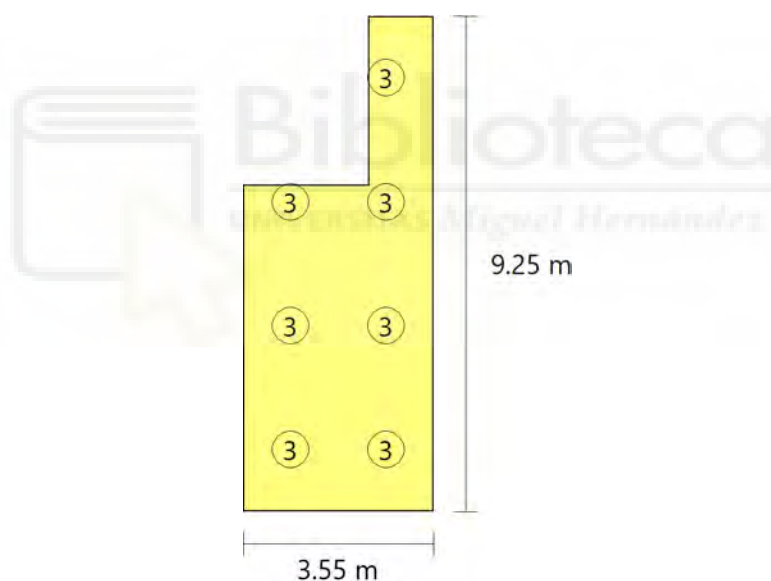


- ⊕ Iluminancia mínima (176.17 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.48)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 126)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 7 (Planta 1)	25.49 m ²	3.30 m	84.11 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.65
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

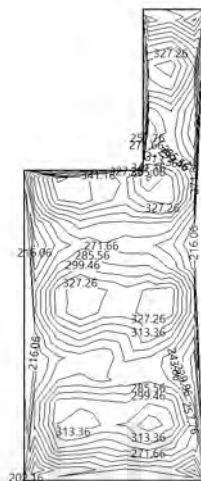


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

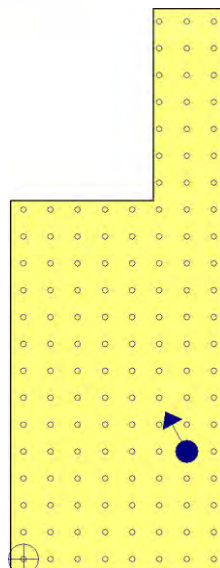
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.57

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	174.35
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	278.38
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	21.47
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	1.28
Factor de uniformidad (%):	62.63

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

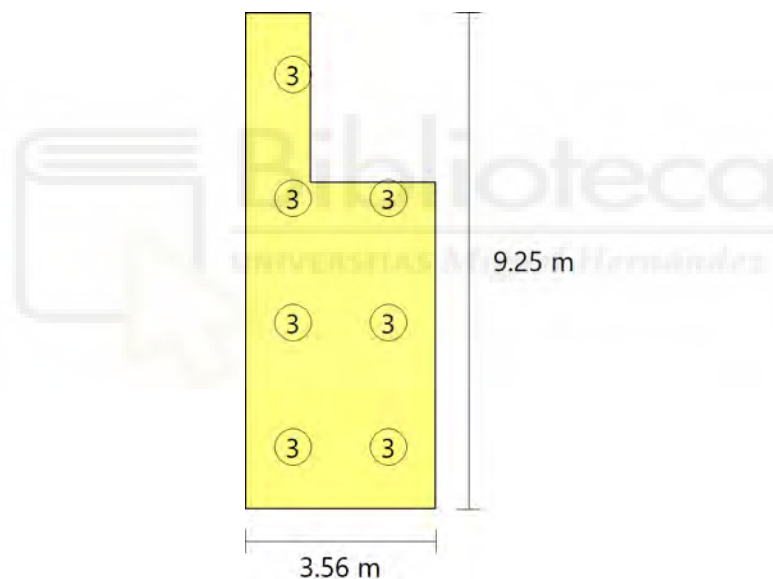


-  Iluminancia mínima (174.35 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 21.47)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 133)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
DORMITORIO 8 (Planta 1)	25.62 m ²	3.30 m	84.54 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.80
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.80
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.72
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias



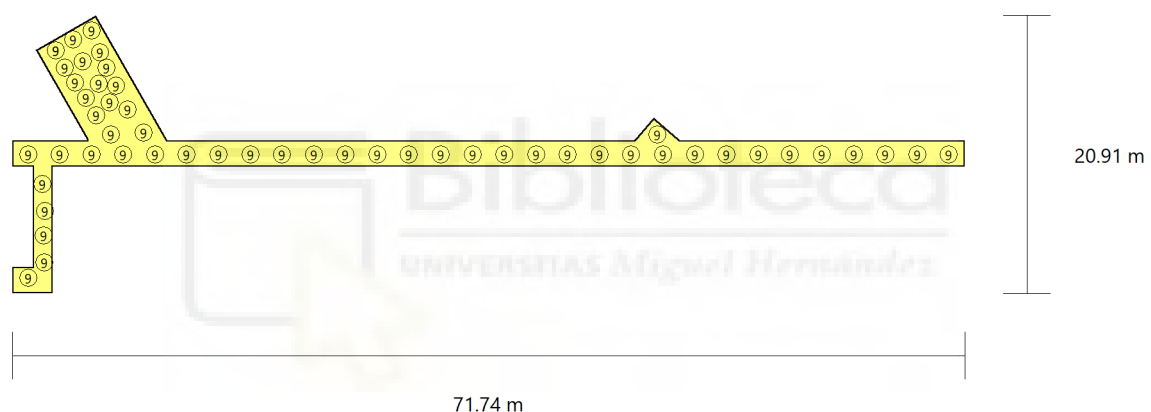
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	7	Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH	1100	84.62	100	7 x 13.00
Total = 91.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.55
Iluminancia mínima (lux):	176.35

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
PASILLO 2 (Planta 1)	212.65 m ²	3.30 m	701.73 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	2.00
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.75
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	16.19
Número mínimo de puntos de cálculo:	25

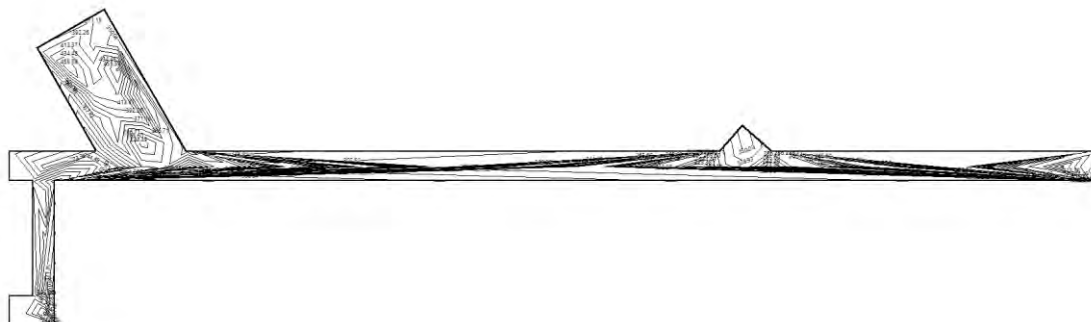
Disposición de las luminarias



Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
9	53	Ledvance - 4058075617926	960	73.85	96	53 x 13.00
Total = 689.00 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	3.24
Iluminancia mínima (lux):	181.15
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	295.01
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	20.24
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m ²):	1.10
Factor de uniformidad (%):	61.40

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

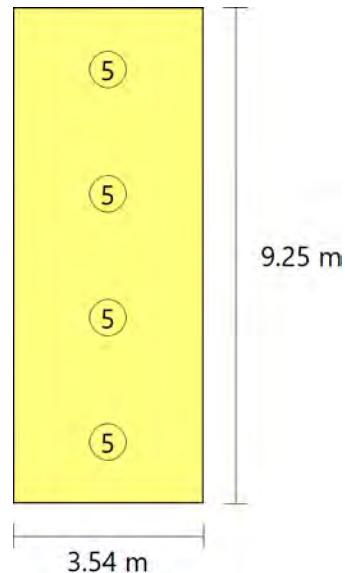


- ⊕ Iluminancia mínima (181.15 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.24)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 70)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
PASILLO 3 (Planta 1)	32.78 m ²	3.30 m	108.18 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	2.00
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.75
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.30
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.97

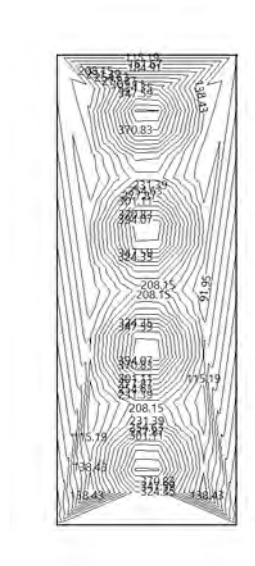
Alumbrado normal	
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

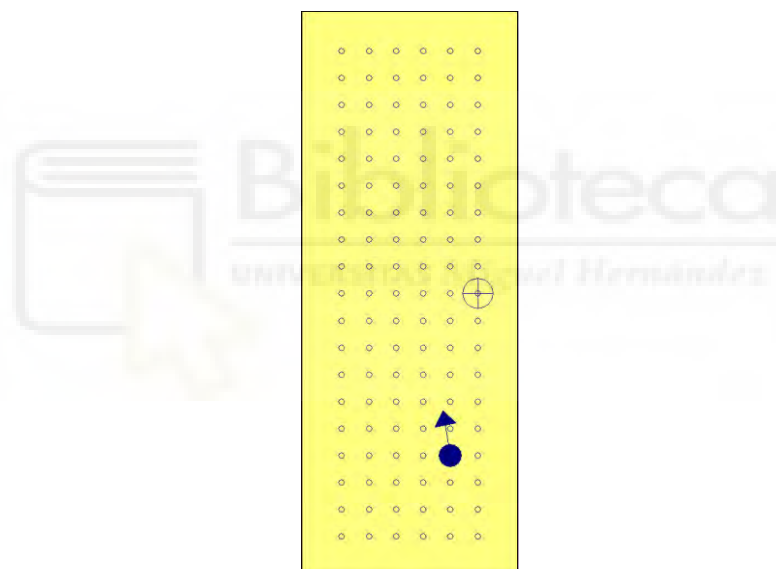
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	4	Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH	1200	122.45	99	4 x 9.80
Total = 39.20 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	1.20
Iluminancia mínima (lux):	91.94
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	217.21
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.90
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.55
Factor de uniformidad (%):	42.33

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

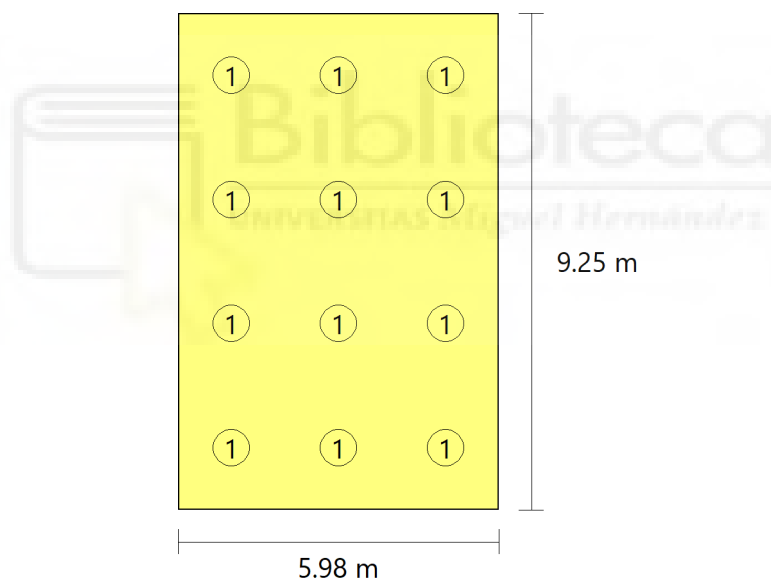


-  Iluminancia mínima (91.94 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.90)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 114)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES (Planta 1)	55.29 m ²	3.30 m	182.45 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.50
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	2.02
Número mínimo de puntos de cálculo:	16

Disposición de las luminarias

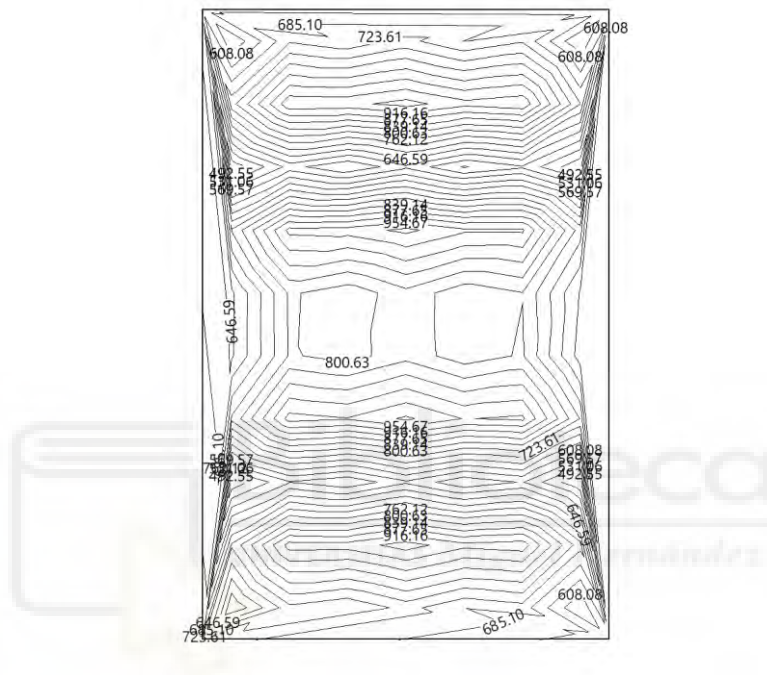


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	12 x 27.60
Total = 331.20 W						

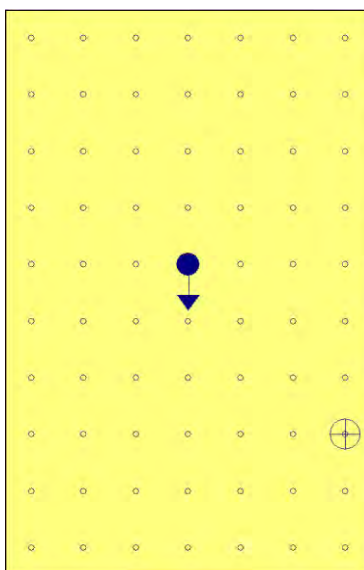
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	5.99

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	454.03
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	749.63
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	17.02
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.80
Factor de uniformidad (%):	60.57

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



 Iluminancia mínima (454.03 lux)

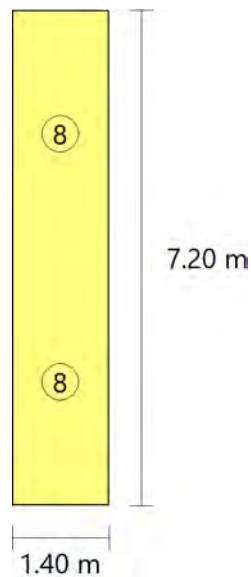
 Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.02)

 Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 70)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE EQUIPOS 2 (Planta 1)	10.09 m ²	2.70 m	27.26 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	1.75
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	2.00
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.40
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.90
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.90
Factor de mantenimiento:	0.82
Índice del local K:	1.24
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

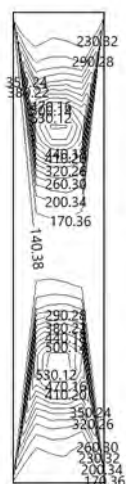
Disposición de las luminarias



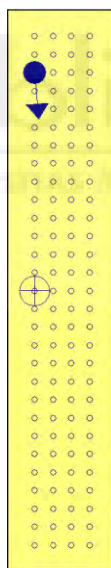
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
8	2	Ledvance - 4058075202610	1190	85	75	2 x 14.00
						Total = 28.00 W

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	2.77
Iluminancia mínima (lux):	140.37
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	288.68
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	24.50
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.96
Factor de uniformidad (%):	48.63

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

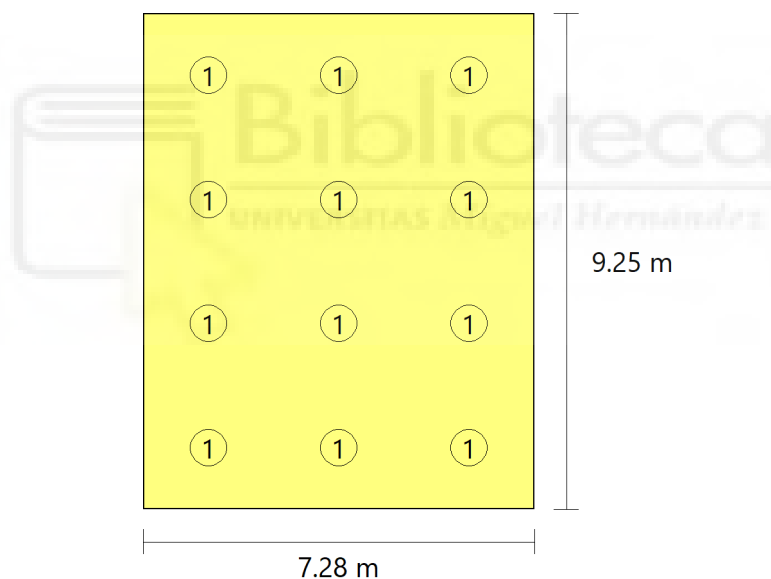


- ⊕ Iluminancia mínima (140.37 lux)
- ◀● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 24.50)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 116)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALA DE REUNIONES (Planta 1)	67.36 m ²	3.30 m	222.31 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	1.66
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Disposición de las luminarias

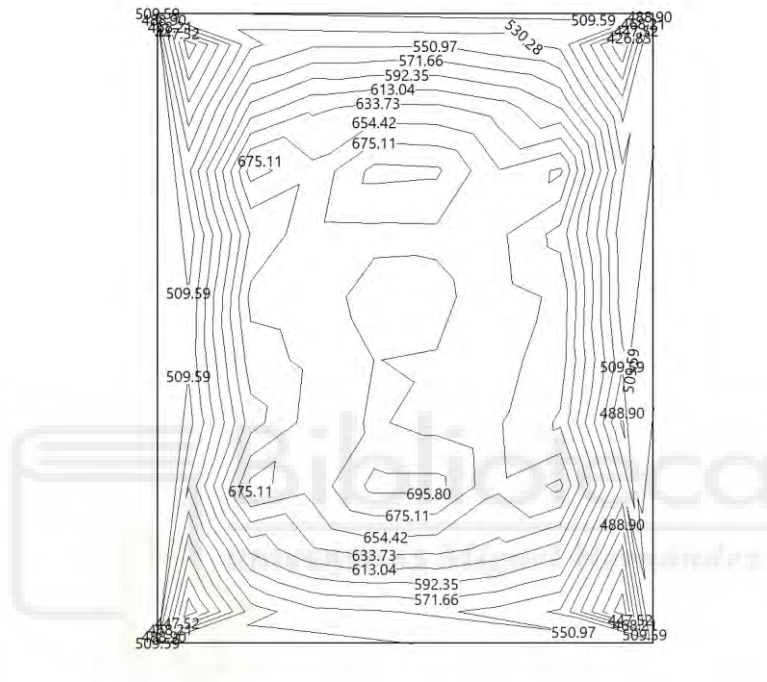


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	12 x 27.60
Total = 331.20 W						

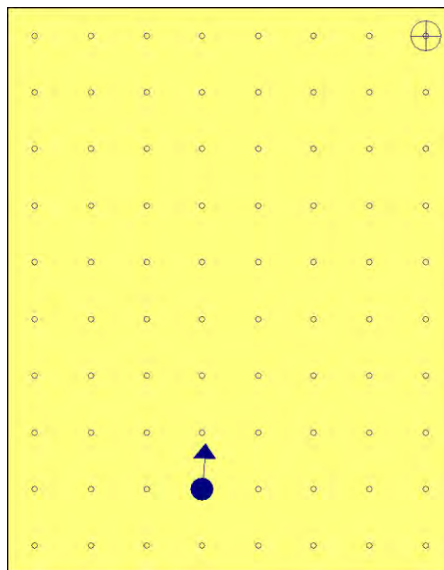
Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m ²):	4.92

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima (lux):	406.13
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	594.60
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	14.27
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.83
Factor de uniformidad (%):	68.30

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



Iluminancia mínima (406.13 lux)



Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 14.27)

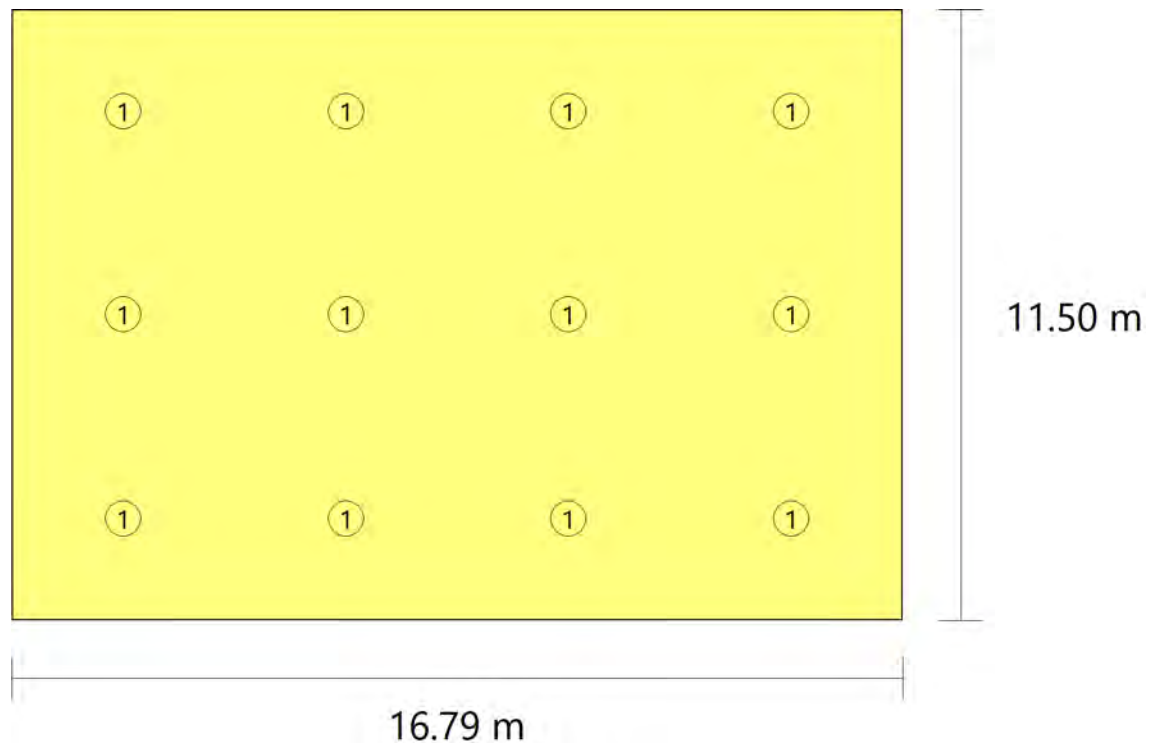


Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 80)

RECINTO			
Referencia	Superficie	Altura libre	Volumen
SALÓN DE ACTOS (Planta 1)	193.08 m ²	3.00 m	579.25 m ³

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85
Altura para la comprobación de deslumbramiento UGR (m):	1.20
Coeficiente de reflectancia (Suelos):	0.20
Coeficiente de reflectancia (Techos):	0.70
Coeficiente de reflectancia (Paredes):	0.50
Factor de mantenimiento:	0.87
Índice del local K:	3.17
Número mínimo de puntos de cálculo:	25

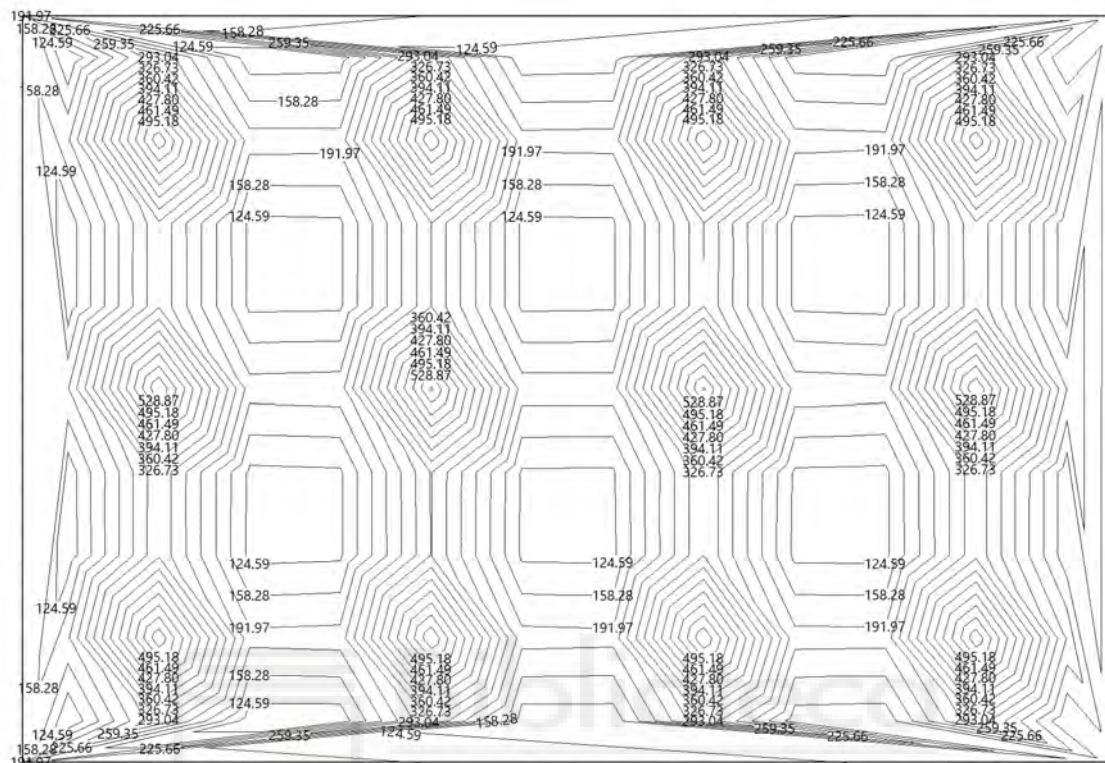
Disposición de las luminarias



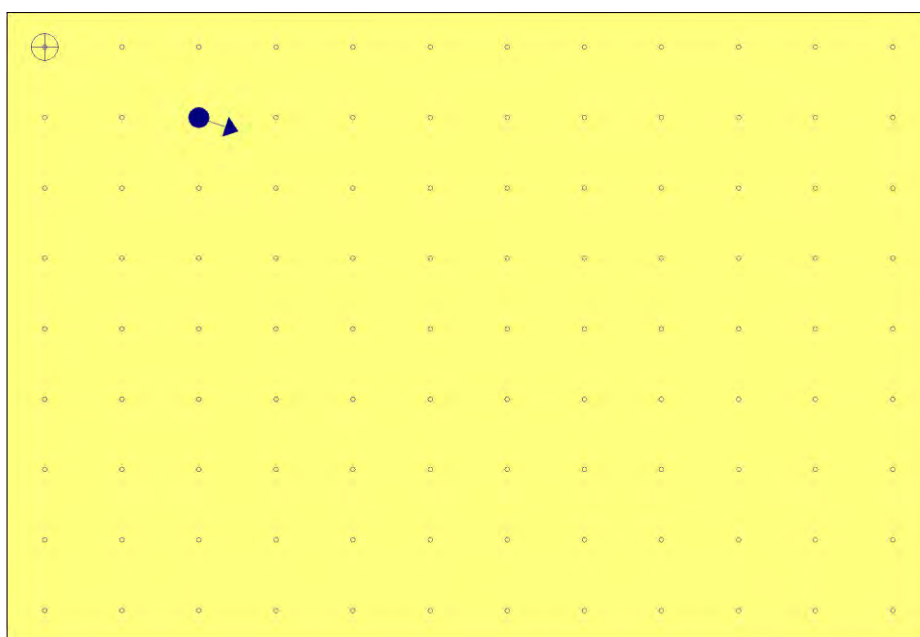
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	12	Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH	4000	144.93	100	12 x 27.60
Total = 331.20 W						

Valores de cálculo obtenidos	
Índice de rendimiento cromático:	80.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada (W/m²):	1.72
Iluminancia mínima (lux):	90.89
Iluminancia media horizontal mantenida (lux):	225.52
Índice de deslumbramiento unificado UGR:	16.39
Valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²):	0.76
Factor de uniformidad (%):	40.30

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



-  Iluminancia mínima (90.89 lux)
-  Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.39)
-  Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 108)

2. CURVAS FOTOMÉTRICAS

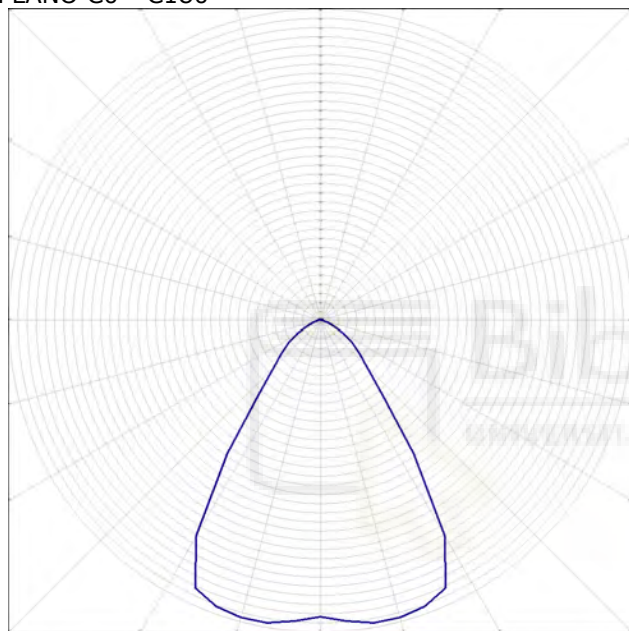
TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

Tipo 1

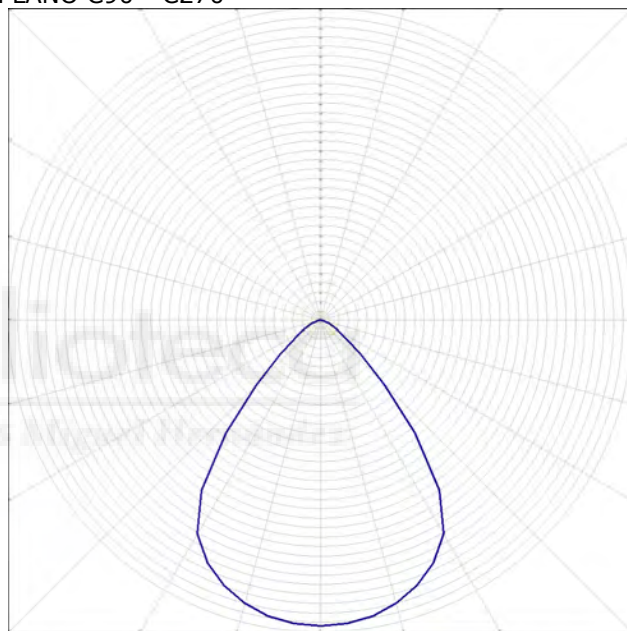
Philips - 4MX900 491 LED40S/840 PSD MB WH (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 125)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

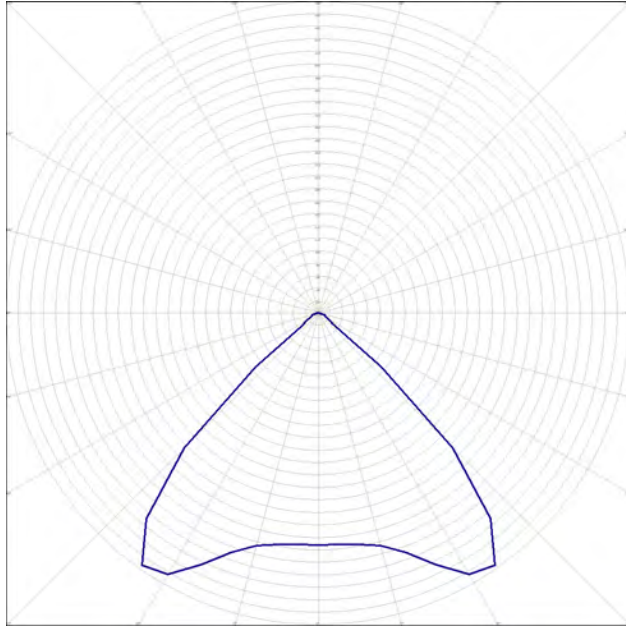


Tipo 2

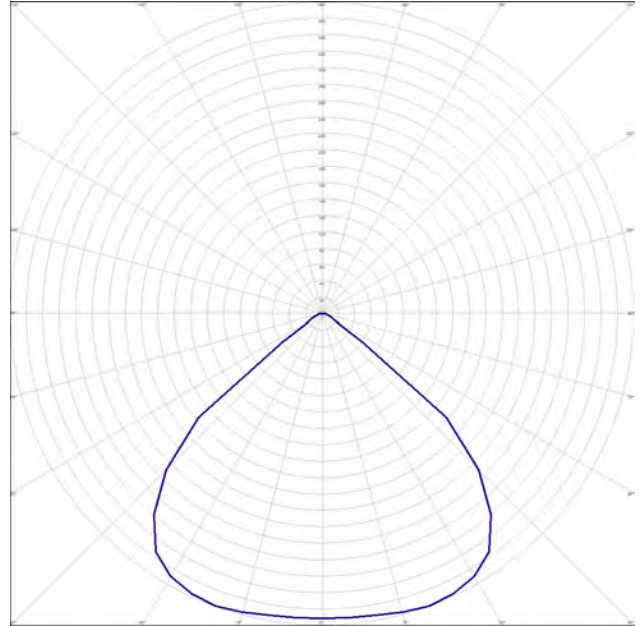
Philips - 4MX400 581 LED80S/840 PSD WB WH (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

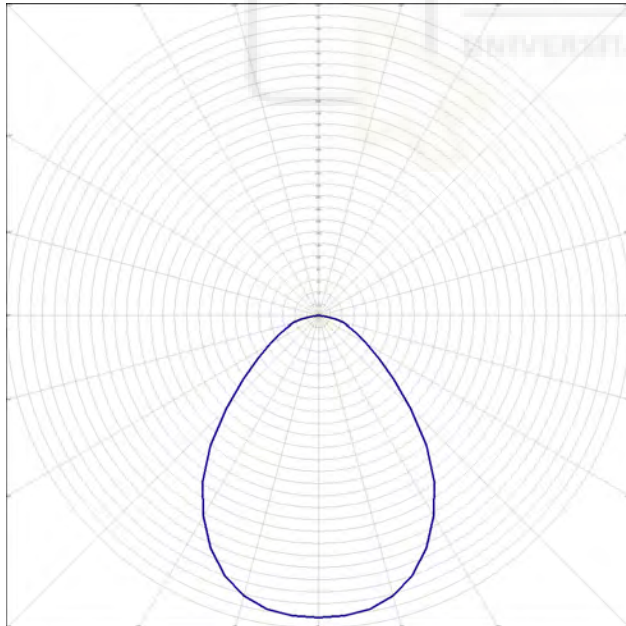


Tipo 3

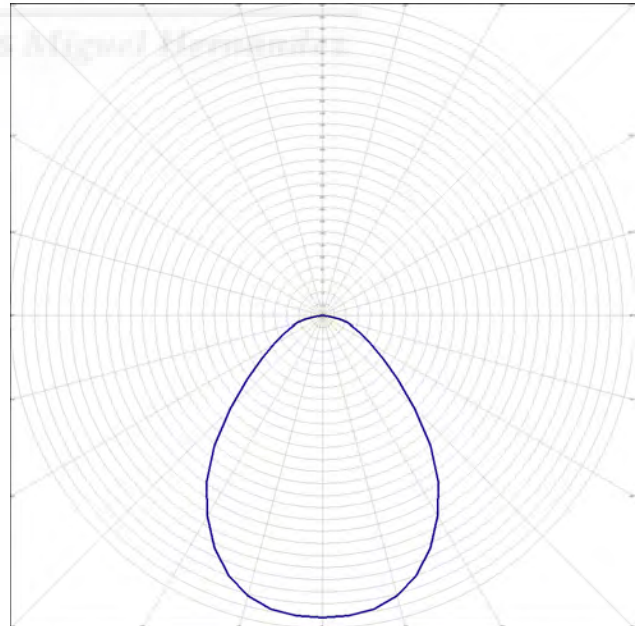
Philips - DN145B LED10S/830 PSD-E II WH (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 91)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

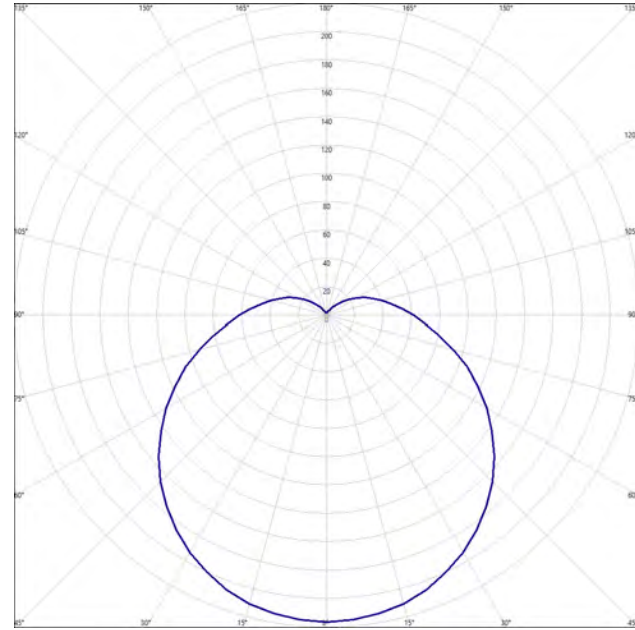


Tipo 4

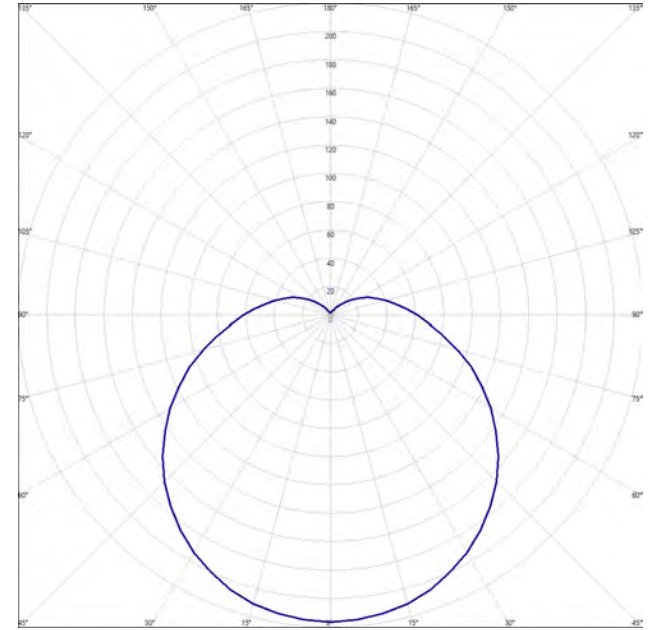
Philips - BN021C LED5S/840 L300 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 4)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

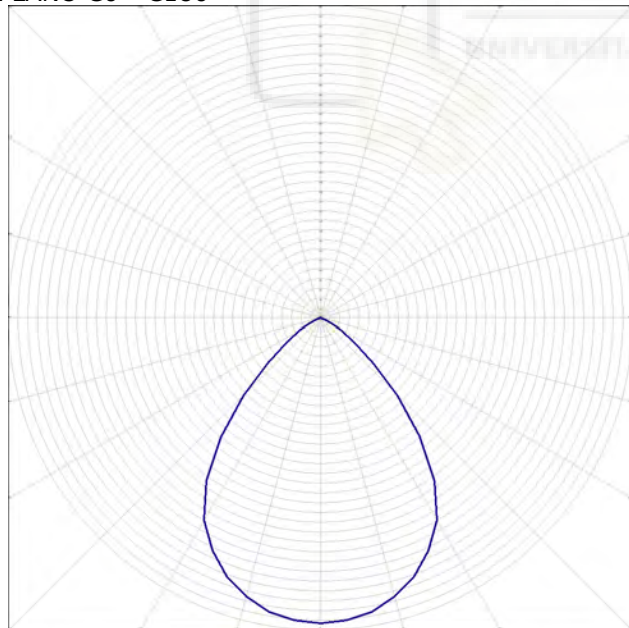


Tipo 5

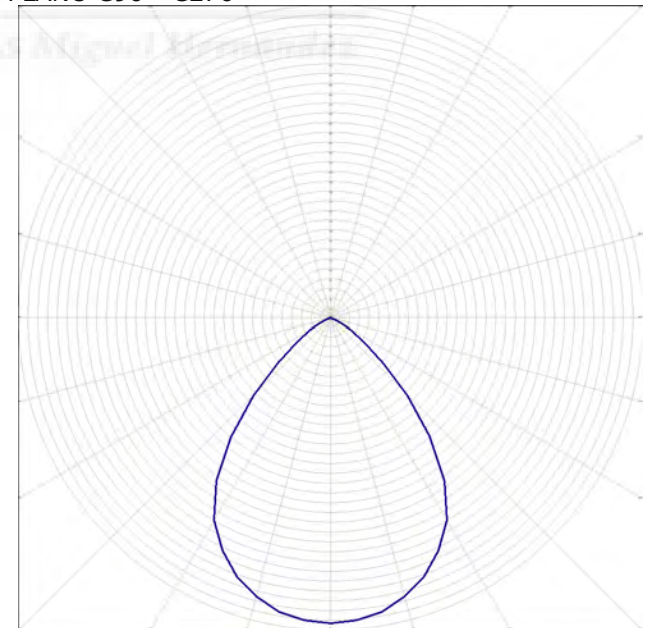
Philips - DN570B LED12S/830 DIA-VLC-E C WH (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 121)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

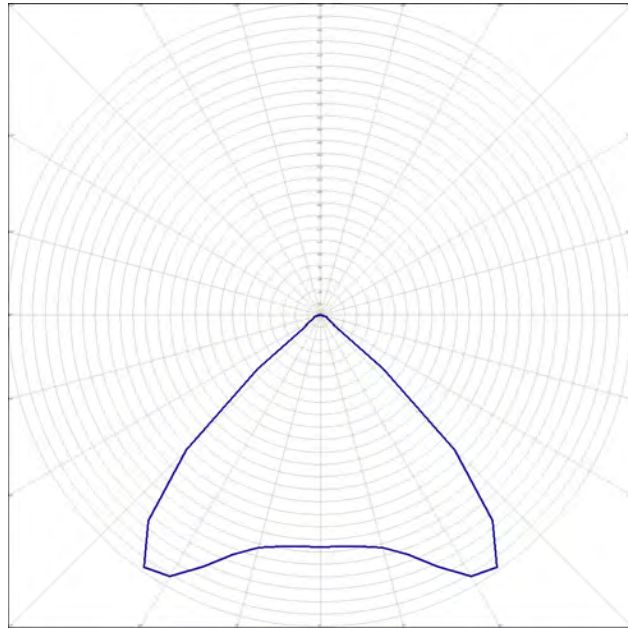


Tipo 6

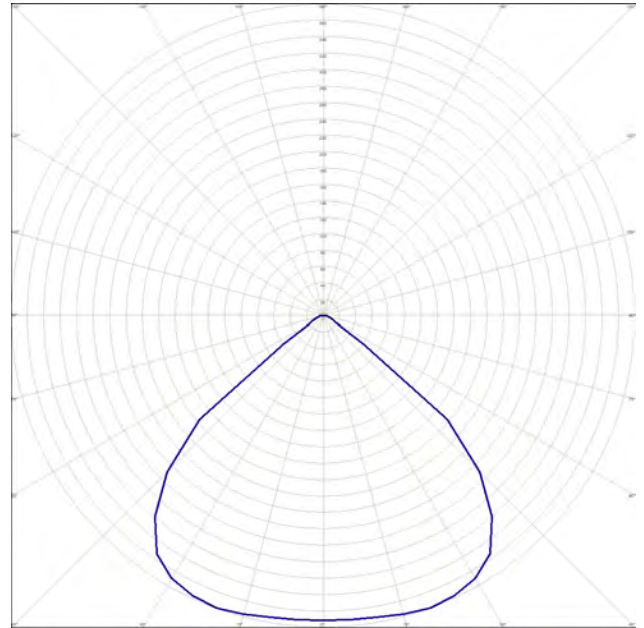
Philips - 4MX400 491 LED66S/840 PSD WB WH (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 17)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

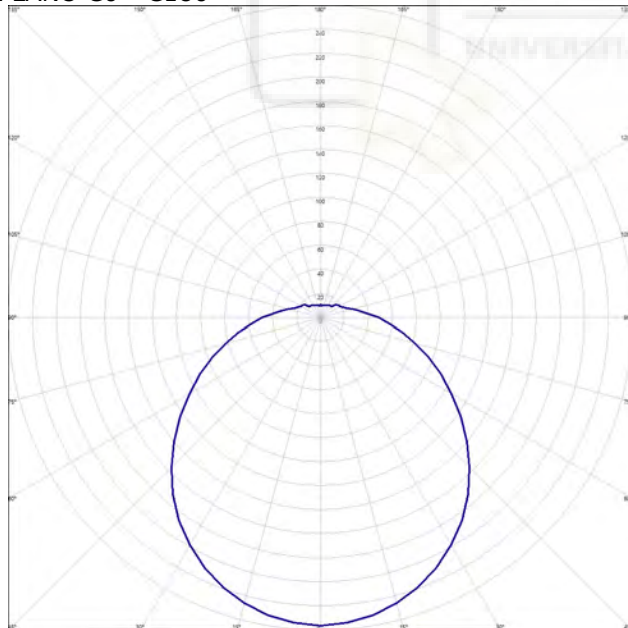


Tipo 7

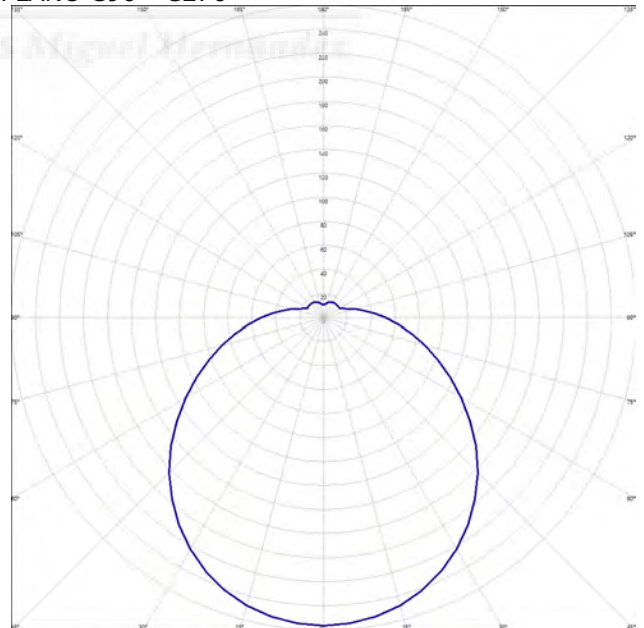
Ledvance - 4058075617902 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 33)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

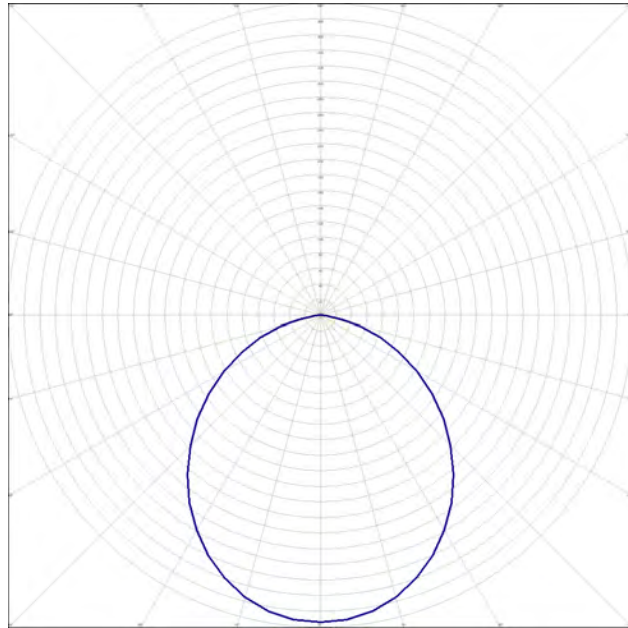


Tipo 8

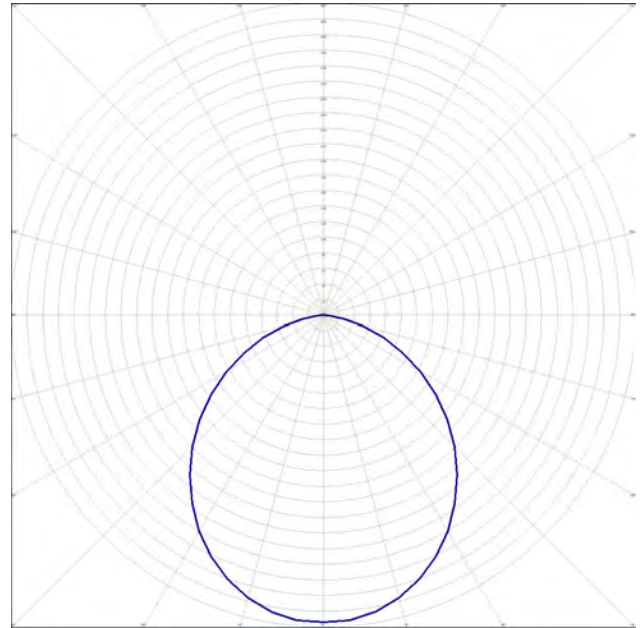
Ledvance - 4058075202610 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 31)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

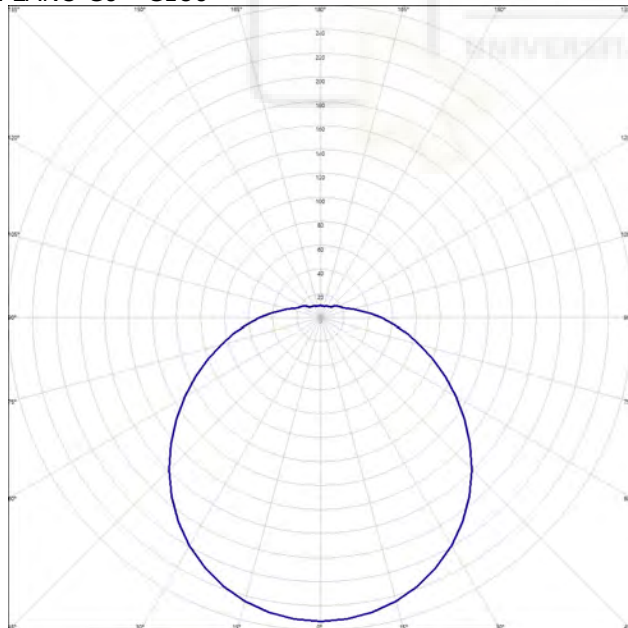


Tipo 9

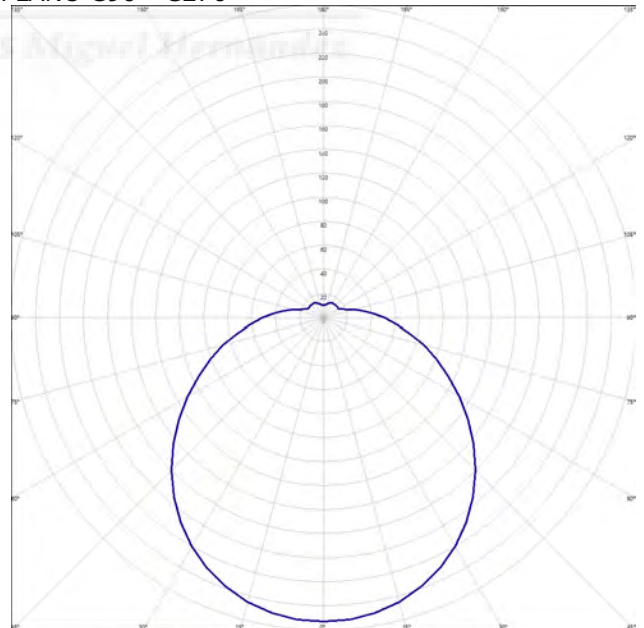
Ledvance - 4058075617926 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 75)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

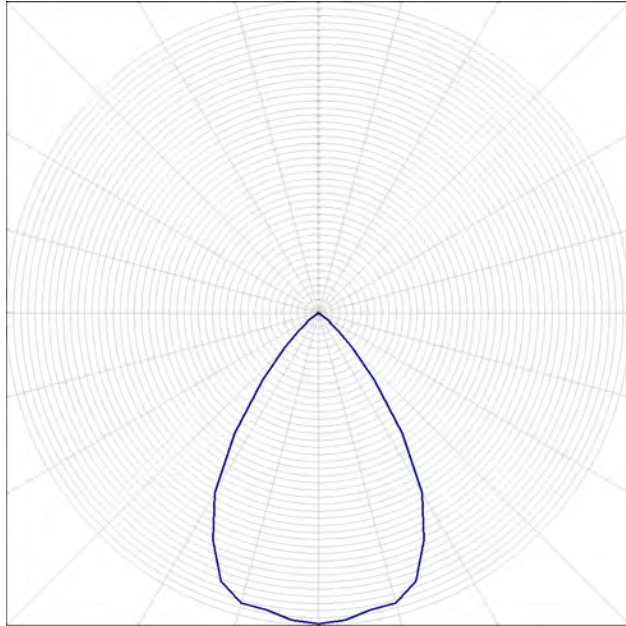


Tipo 10

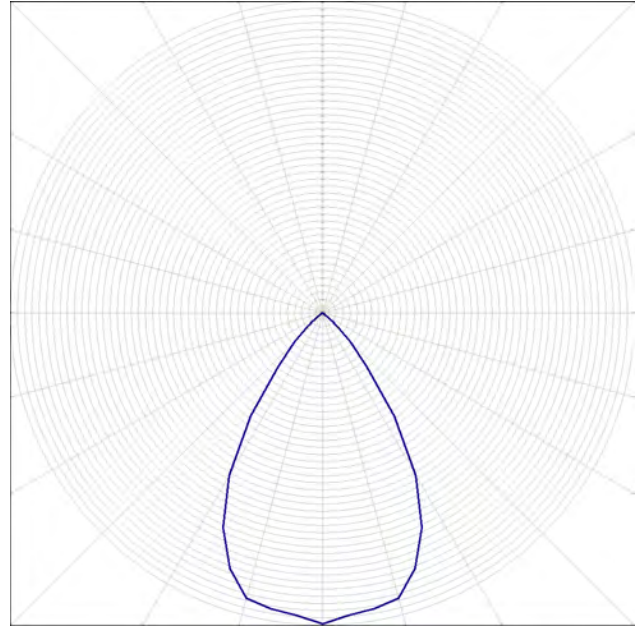
Ledvance - 4058075459250 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 4)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

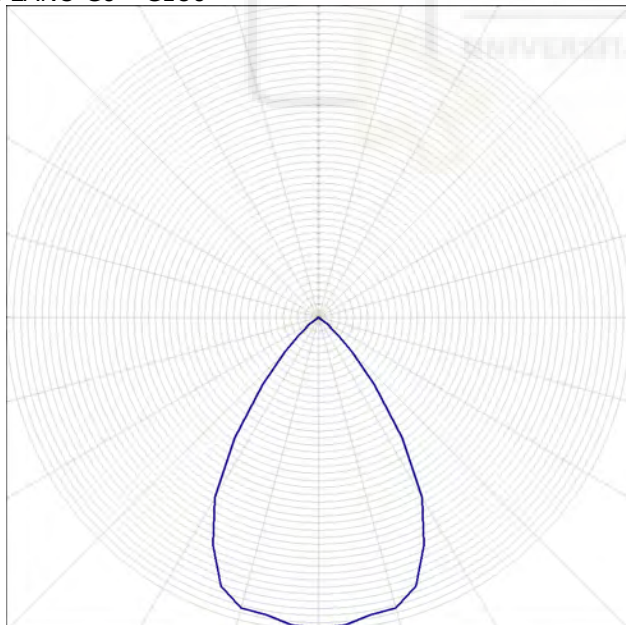


Tipo 11

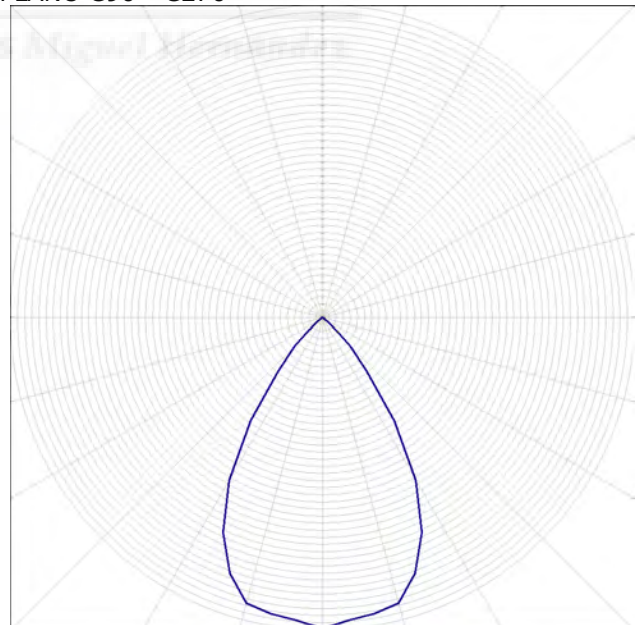
Ledvance - 4058075459151 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 103)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

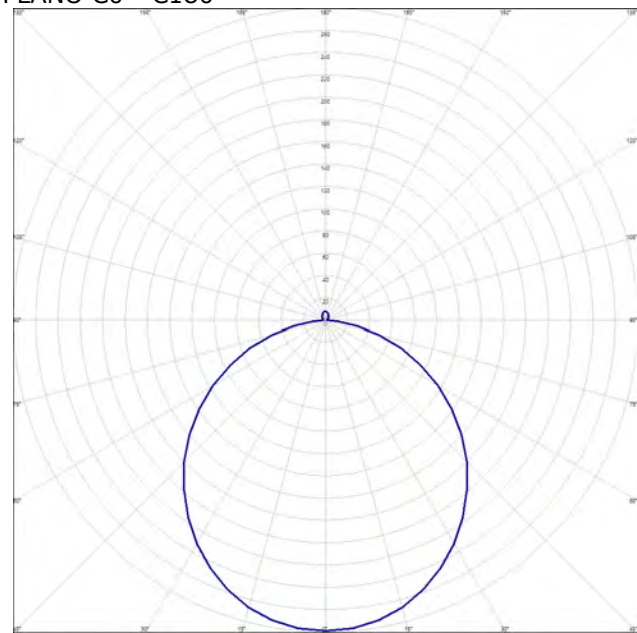


Tipo 12

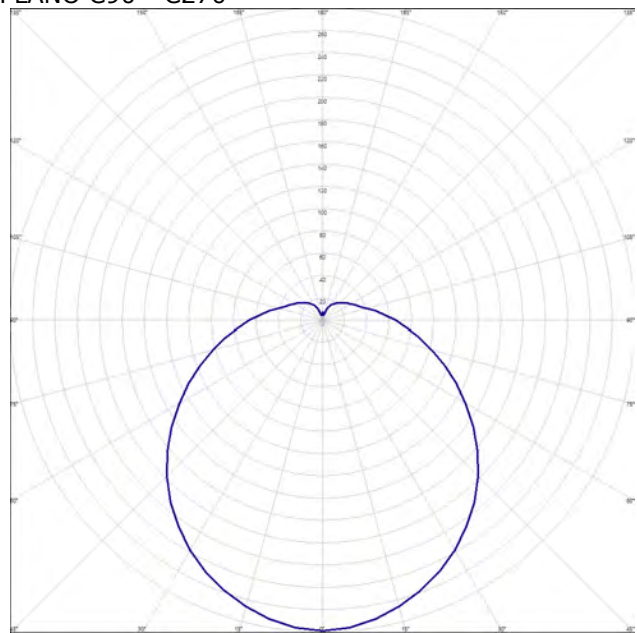
Ledvance - 4058075424227 (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 5)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



ANEXO VI: JUSTIFICACIÓN HE4

ÍNDICE

1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	133
1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.	112
2. DEMANDA DE ACS	134
3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS	113
3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor	125



1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

1.1. Contribución de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria.

$$RER_{ACS,nrb} = 88.5\% \geq RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

2. DEMANDA DE ACS

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Elx/Elche (provincia de Alicante)**, con una altura sobre el nivel del mar de **82.000 m**. Le corresponde, conforme al documento reconocido CTE-DR/056/22, la zona climática **B3**, y conforme a la Decisión de la Comisión 2013/114/EU, la zona climática **Cálida**.

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del edificio se calcula de acuerdo al Anejo F de CTE DB HE, e incluye las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

EDIFICIO ($S_u = 1689.57 \text{ m}^2$)

	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)
D_{ACS}	2474.1	2189.6	2374.1	2236.5	2211.2	2043.1	2011.5	2011.5	1995.1	2224.3	2297.6	2424.2	26492.9	15.7
Q_{acum}^*	60.4	54.6	60.4	58.5	60.4	58.5	60.4	60.4	58.5	60.4	58.5	60.4	711.4	0.4
Q_{dist}	123.7	109.5	118.7	111.8	110.6	102.2	100.6	100.6	99.8	111.2	114.9	121.2	1324.6	0.8
$D_{ACS,total}$	2658.3	2353.6	2553.3	2406.8	2382.1	2203.8	2172.5	2172.5	2153.4	2396.0	2471.0	2605.8	28529.0	16.9

donde:

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

D_{ACS} : Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh.

Q_{acum} : Pérdidas por acumulación, kWh.

*: En caso de que el rendimiento medio estacional de los equipos de ACS considere las pérdidas por acumulación, estas no se incluyen en la demanda de ACS.

Q_{dist} : Pérdidas por distribución y recirculación, kWh.

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

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

	Ene (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	May (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ago (°C)	Sep (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Dic (°C)
Temperatura del agua de red	10.5	11.5	12.5	13.7	15.7	17.7	19.7	19.7	18.7	15.5	12.5	11.5

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Z - 8 horas	462.7	60.0	1040.33	9509.67	9.14
Z - 12 horas	462.7	60.0	456.16	9509.67	20.85

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	T_{ref} (°C)	S_u (m ²)	D_{ACS} (kWh/año)	D_{ACS} (kWh/m ² ·año)
Z- Salón de actos	462.7	60.0	193.08	9509.67	49.25
	1388.0		1689.57	28529.00	16.89

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.

3. CONTRIBUCIÓN RENOVABLE APORTADA PARA ACS

El cálculo de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de ACS del edificio se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en el documento reconocido CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

Se indican los equipos de producción de ACS del edificio que utilizan energía procedente de fuentes renovables con origen in situ o en las proximidades del edificio, junto con el porcentaje de la demanda total de ACS del edificio cubierto por cada uno.

Equipos	Vector energético	f_{ACS} (%)
Energía térmica renovable producida in situ	Medioambiente	8.4
Bombas de calor	Medioambiente	65.7
Bombas de calor	Electricidad	26.0

donde:

f_{ACS} : Porcentaje de la demanda de ACS del edificio cubierto por el equipo, %.

La contribución renovable de la electricidad producida in situ por medio de fuentes de energía renovables se considera en los sistemas de producción de ACS accionados eléctricamente.

3.1. Rendimiento medio estacional de las bombas de calor

Según el apartado 3.1.4 de CTE DB HE 4, las bombas de calor destinadas a la producción de ACS, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional ($SCOP_{dhw}$) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica.

Se muestra a continuación el $SCOP_{dhw}$ de las bombas de calor destinadas a la producción de ACS del edificio. En el cálculo de la contribución renovable para ACS sólo se ha tenido en cuenta el aporte de las bombas de calor que cumplen con el requisito anterior.

Referencia	Descripción	Tipo	$SCOP_{dhw}$	$SCOP_{dhw,lim}$
Equipo de ACS Aerotermo Genérico	Eléctrica	3.53 (E)	2.50	✓

donde:

$SCOP_{dhw}$: Valor del rendimiento medio estacional de la bomba de calor.

E: Valor de $SCOP_{dhw}$ del ensayo según la norma UNE-EN 16147.

SPF: Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado de acuerdo al documento reconocido "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios".

C: Valor de $SCOP_{dhw}$ calculado por otros métodos.

$SCOP_{dhw,lim}$: Valor límite del rendimiento medio estacional para considerar la contribución renovable de la bomba de calor (sección 3.1.4, CTE DB HE 4).

ANEXO VII: INFORME DE DEMANDA

ÍNDICE

1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.	133
2. RESULTADOS MENSUALES.	134
2.1. Balance energético anual del edificio.	112
2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración.	49
2.3. Evolución de la temperatura.	256
2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes.	258
3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.	113
3.1. Agrupaciones de recintos.	125



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)
Z - 8 horas	1040.33	15015.60	14.43	8472.86	8.14
Z - 12 horas	456.16	1346.95	2.95	12040.73	26.40
Z- Salón de actos	193.08	5871.53	30.41	1410.79	7.31
	1689.57	22234.08	13.16	21924.38	12.98

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

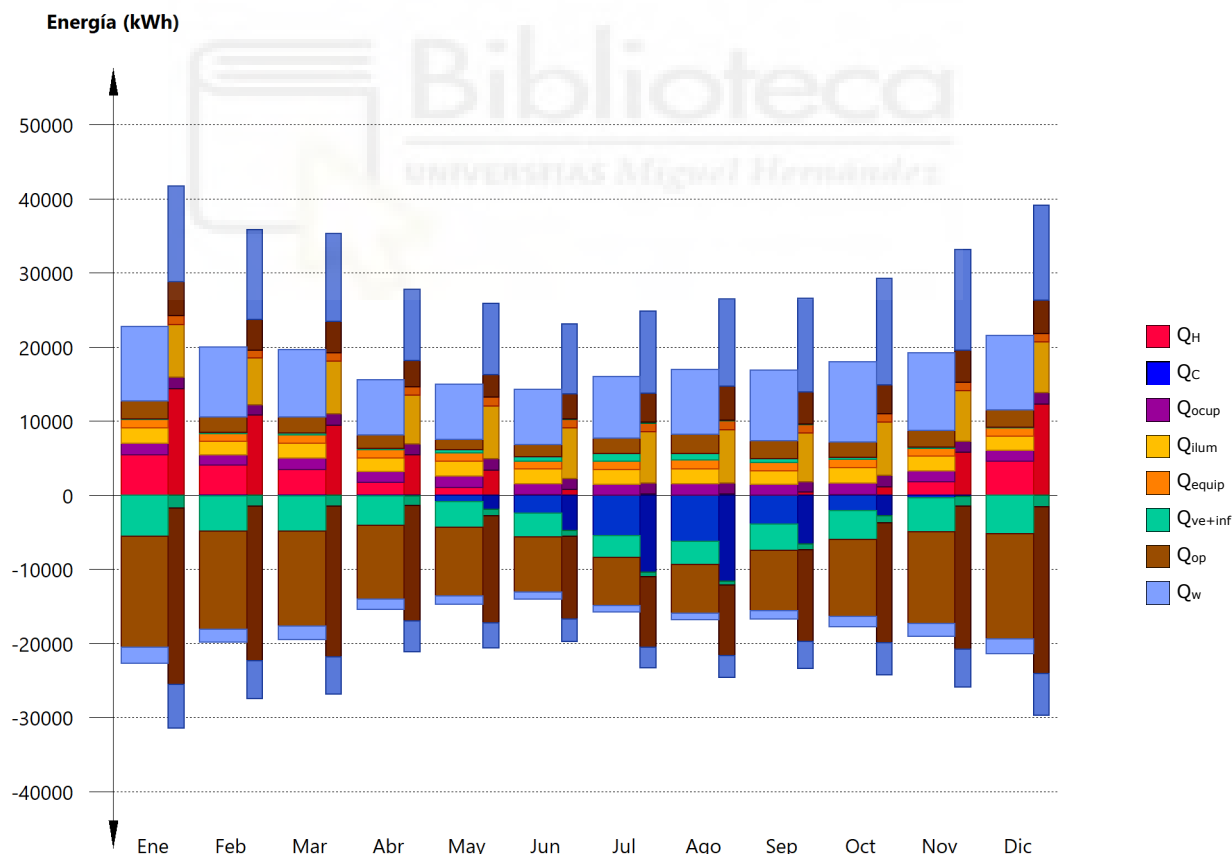
D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

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_{ilum}) 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.

	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/m²·año)	
Balance energético anual del edificio.														
Q _{op}	2424.8	2159.8	2157.1	1780.4	1391.5	1642.4	2127.1	2553.0	2433.8	2023.2	2239.6	2348.2	-100673.51	-59.59
	-14987.7	-13197.6	-12871.6	-9976.9	-9313.2	-7404.1	-6545.8	-6573.4	-8146.7	-10411.4	-12341.6	-14184.6		
Q _w	10097.5	9414.9	9092.8	7490.2	7436.2	7399.4	8249.5	8776.7	9540.1	10844.9	10516.0	10031.1	91710.26	54.28
	-2107.7	-1810.3	-1747.0	-1383.6	-1066.5	-980.8	-841.4	-873.9	-1125.4	-1408.5	-1772.6	-2061.3		
Q _{ve+inf}	68.3	143.4	202.8	193.6	387.1	578.5	1028.9	909.6	538.2	274.1	119.3	81.3	-44396.84	-26.28
	-5562.1	-4760.2	-4739.0	-3973.3	-3440.1	-3196.9	-2923.7	-3172.6	-3545.6	-3869.1	-4566.5	-5172.8		
Q _{equip}	1159.2	1027.8	1153.4	1071.6	1159.2	1109.7	1115.4	1159.2	1065.9	1159.2	1115.4	1109.7	13405.51	7.93
Q _{ilum}	2019.5	1796.1	2013.3	1878.9	2019.5	1938.8	1953.4	2019.5	1872.7	2019.5	1945.0	1947.1	23423.34	13.86
Q _{ocup}	1545.2	1370.1	1537.5	1428.5	1545.2	1479.2	1486.8	1545.2	1420.8	1545.2	1486.8	1479.2	17869.71	10.58
Q _H	5465.6	4087.3	3443.2	1730.8	995.3	79.9	2.5	0.6	1.6	102.1	1788.2	4536.9	22234.08	13.16
Q _C	-24.4	-122.7	-104.9	-116.3	-902.1	-2469.6	-5484.5	-6226.9	-3950.6	-2095.0	-399.2	-28.3	-21924.38	-12.98
Q _{HC}	5490.0	4209.9	3548.2	1847.1	1897.4	2549.5	5487.0	6227.5	3952.3	2197.1	2187.4	4565.2	44158.46	26.14

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_{ilum} : 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.

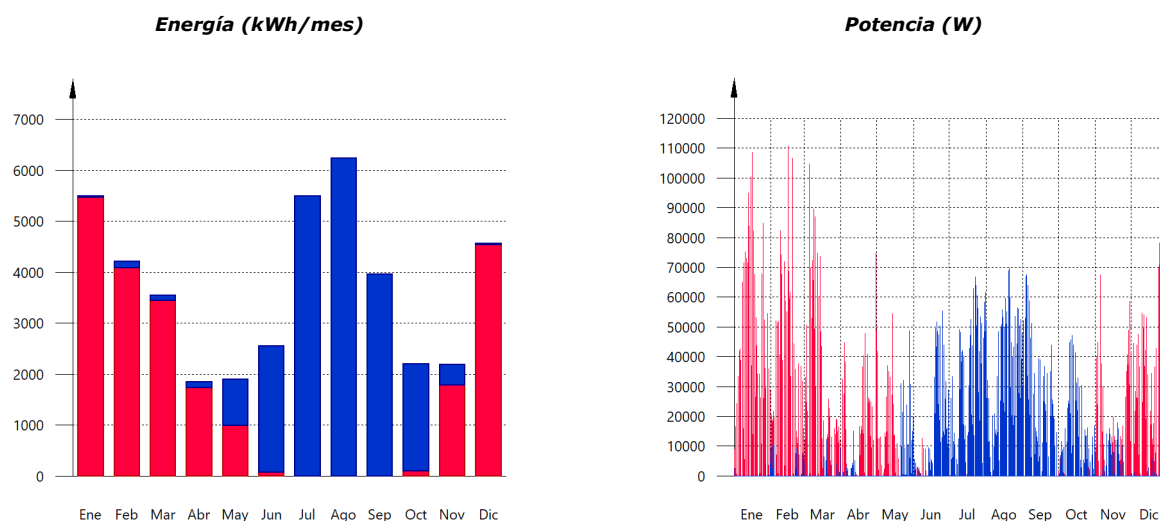
Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

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.

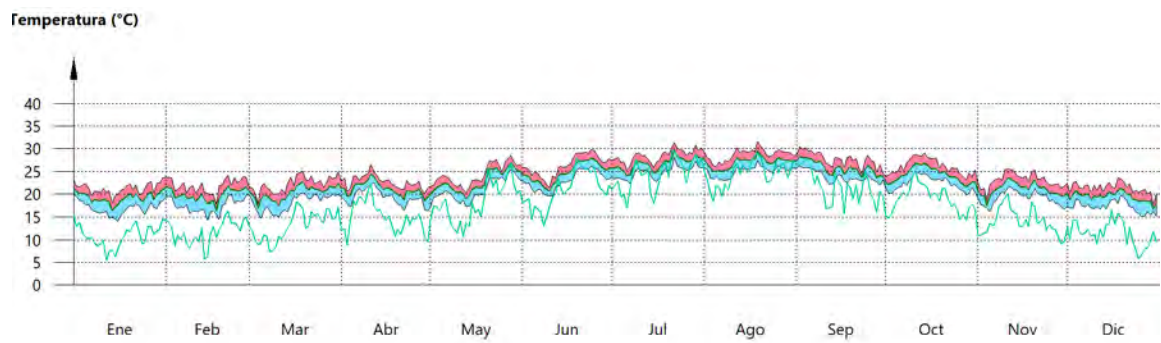
Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:



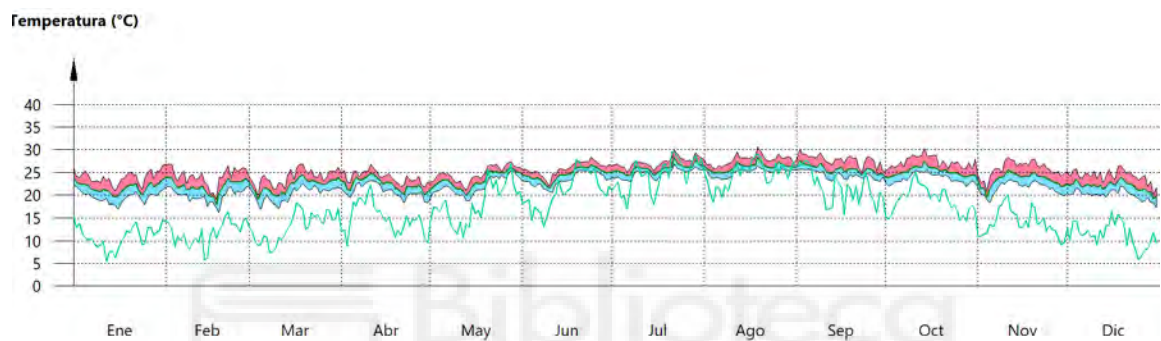
2.3. Evolución de la temperatura.

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:

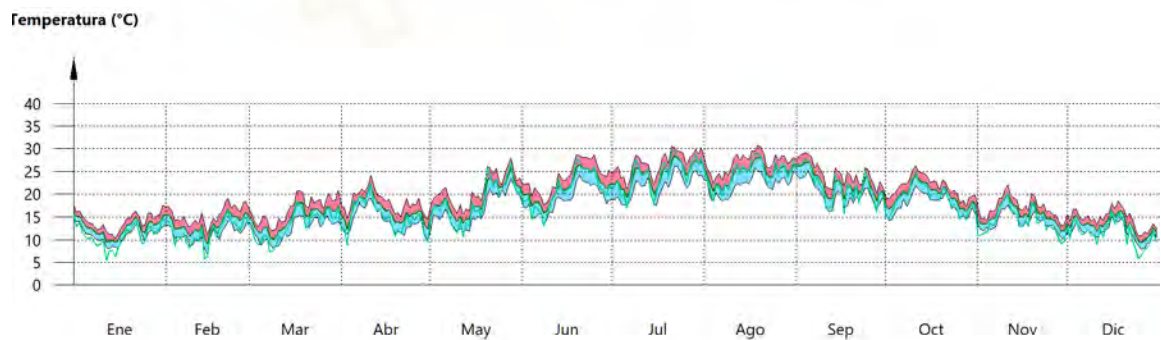
Z - 8 horas



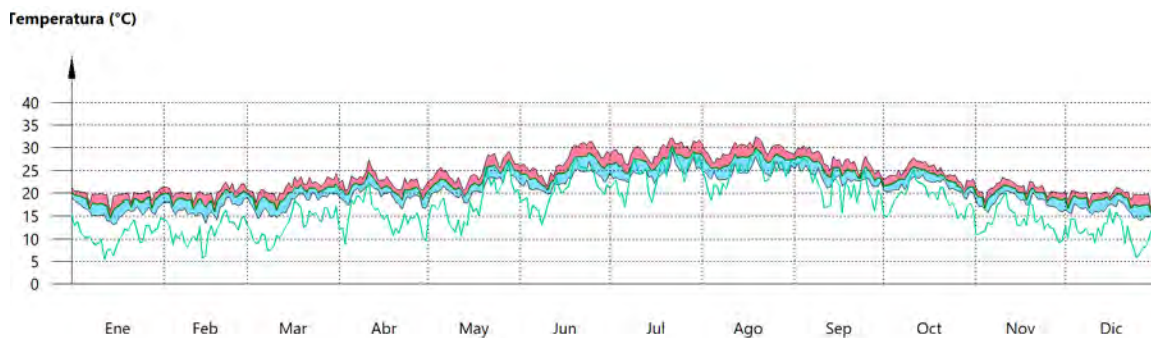
Z - 12 horas



Zona no habitable



Z- Salón de actos



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/m²·año)	
Z - 8 horas (Ar = 1040.33 m²; V = 4054.05 m³)														
Qop	1232.7	1054.5	1029.9	805.8	596.3	644.0	812.5	952.3	943.0	815.3	1044.3	1194.2	-64729.96	-62.22
	-9107.5	-8006.0	-7780.0	-6030.7	-5679.6	-4562.8	-3966.9	-3844.6	-4867.6	-6192.0	-7255.9	-8561.2		
Qw	5792.0	5516.8	5536.4	4695.9	4920.0	5066.8	5548.7	5571.3	5869.3	6462.6	6088.6	5739.2	54459.88	52.35
	-1486.8	-1285.1	-1240.7	-985.4	-766.0	-721.8	-637.0	-663.9	-838.6	-1023.5	-1250.1	-1448.6		
Qve+inf	--	--	0.2	1.2	33.0	81.4	211.6	169.2	80.8	10.8	0.7	--	-18634.23	-17.91
	-2125.8	-1800.3	-1770.7	-1479.3	-1359.9	-1291.4	-1261.8	-1388.2	-1563.3	-1604.4	-1627.6	-1950.5		
Qequip	383.3	340.7	383.3	354.9	383.3	369.1	369.1	383.3	354.9	383.3	369.1	369.1	4443.25	4.27
Qilum	1143.6	1016.5	1143.6	1058.9	1143.6	1101.2	1101.2	1143.6	1058.9	1143.6	1101.2	1101.2	13257.24	12.74
Qocup	510.7	454.0	510.7	472.9	510.7	491.8	491.8	510.7	472.9	510.7	491.8	491.8	5920.60	5.69
QH	3726.8	2787.8	2292.6	1210.3	695.8	34.5	--	--	--	12.8	1130.3	3124.7	15015.60	14.43
Qc	--	--	--	-5.7	-319.2	-1074.6	-2536.1	-2731.5	-1421.7	-384.0	--	--	-8472.86	-8.14
QHC	3726.8	2787.8	2292.6	1216.0	1014.9	1109.1	2536.1	2731.5	1421.7	396.8	1130.3	3124.7	23488.45	22.58

Z - 12 horas ($A_r = 456.16 \text{ m}^2$; $V = 1872.65 \text{ m}^3$)

Q_{op}	505.8	453.5	432.1	337.9	292.1	423.7	739.8	986.5	954.1	744.5	606.7	499.8	-30170.00	-66.14
	-4714.8	-4058.2	-3854.8	-2889.1	-2451.4	-1743.4	-1408.5	-1617.9	-2391.2	-3343.0	-4157.1	-4516.9		
Q_w	4133.2	3643.9	3186.6	2325.4	1947.8	1757.4	2082.8	2594.7	3231.8	4031.1	4206.6	4132.4	33024.13	72.40
	-556.9	-468.5	-448.6	-348.5	-258.5	-218.8	-167.8	-172.5	-247.0	-341.5	-470.1	-550.9		
Q_{ve+inf}	--	--	0.0	1.6	24.2	69.4	169.4	151.0	69.1	12.6	--	--	-10547.58	-23.12
	-1338.9	-1136.5	-1076.9	-869.4	-670.9	-605.3	-469.3	-495.4	-756.2	-1008.9	-1349.7	-1267.6		
Q_{equip}	463.1	409.1	457.4	427.1	463.1	439.4	445.1	463.1	421.4	463.1	445.1	439.4	5336.16	11.70
Q_{ilum}	545.7	482.3	539.5	503.4	545.7	518.3	524.6	545.7	497.2	545.7	524.6	518.3	6291.14	13.79
Q_{ocup}	617.5	545.5	609.9	569.5	617.5	585.8	593.5	617.5	561.8	617.5	593.5	585.8	7115.27	15.60
Q_H	401.3	281.9	288.6	71.5	48.5	--	--	--	--	--	37.3	217.8	1346.95	2.95
Q_c	-24.4	-122.7	-104.9	-107.8	-519.3	-1198.5	-2481.7	-3053.2	-2321.7	-1679.1	-399.2	-28.3	-12040.73	-26.40
Q_{HC}	425.7	404.5	393.5	179.2	567.8	1198.5	2481.7	3053.2	2321.7	1679.1	436.5	246.1	13387.68	29.35

Zona no habitable ($A_r = 86.92 \text{ m}^2$; $V = 404.74 \text{ m}^3$)

Q_{op}	592.1	570.3	604.1	553.3	427.0	442.6	381.4	386.9	407.0	408.2	512.8	568.1	2078.10	23.91
	-100.0	-180.9	-250.6	-249.5	-390.1	-452.3	-601.4	-564.6	-401.1	-307.8	-160.9	-116.7		
	68.2	143.3	201.9	189.5	310.5	372.9	509.9	475.7	325.3	240.5	117.1	81.1	-5135.12	-59.08

	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/m²·año)	
Q_{ve+inf}	-819.2	-766.8	-814.7	-746.0	-603.4	-613.8	-548.2	-558.6	-585.9	-601.2	-721.1	-792.1		
Q_{equip}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Q_{ilum}	258.7	233.6	258.7	250.3	258.7	250.3	258.7	258.7	250.3	258.7	250.3	258.7	3045.63	35.04
Q_{ocup}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00

Z - Salón de actos ($A_f = 193.08 \text{ m}^2$; $V = 579.25 \text{ m}^3$)

Q_{op}	94.2	81.6	90.9	83.4	76.2	132.1	193.5	227.3	129.6	55.2	75.8	86.1	-7851.65	-40.66
	-1065.4	-952.5	-986.2	-807.6	-792.1	-645.6	-569.0	-546.3	-486.8	-568.5	-767.6	-989.8		
Q_w	172.2	254.2	369.7	468.9	568.4	575.2	618.0	610.7	439.0	351.3	220.7	159.5	4226.24	21.89
	-64.0	-56.6	-57.7	-49.7	-42.1	-40.2	-36.6	-37.4	-39.8	-43.5	-52.4	-61.7		
Q_{ve+inf}	0.2	0.1	0.7	1.3	19.5	54.9	138.1	113.7	63.0	10.1	1.5	0.1	-10079.91	-52.21
	-1278.2	-1056.7	-1076.7	-878.6	-806.0	-686.4	-644.4	-730.3	-640.2	-654.6	-868.2	-1162.7		
Q_{equip}	312.8	278.0	312.8	289.6	312.8	301.2	301.2	312.8	289.6	312.8	301.2	301.2	3626.10	18.78
Q_{ilum}	71.5	63.6	71.5	66.2	71.5	68.9	68.9	71.5	66.2	71.5	68.9	68.9	829.33	4.30
Q_{ocup}	417.0	370.6	417.0	386.1	417.0	401.5	401.5	417.0	386.1	417.0	401.5	401.5	4833.84	25.04
Q_H	1337.4	1017.6	862.0	449.1	251.0	45.4	2.5	0.6	1.6	89.3	620.5	1194.4	5871.53	30.41
Q_C	--	--	--	-2.8	-63.6	-196.5	-466.6	-442.1	-207.2	-31.9	--	--	-1410.79	-7.31
Q_{HC}	1337.4	1017.6	862.0	451.9	314.7	241.9	469.1	442.7	208.9	121.2	620.5	1194.4	7282.32	37.72

donde:

 A_f : Superficie útil de la zona térmica, m^2 . V : Volumen interior neto de la zona térmica, m^3 . Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_{ilum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_H : Energía aportada de calefacción, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_C : Energía aportada de refrigeración, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{año}$.

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)	η (%)	ren_h (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ ($\text{kWh}/\text{año}$)	$\Sigma Q_{ocup,l}$ ($\text{kWh}/\text{año}$)	$\Sigma Q_{equip,s}$ ($\text{kWh}/\text{año}$)	$\Sigma Q_{equip,l}$ ($\text{kWh}/\text{año}$)	ΣQ_{ilum} ($\text{kWh}/\text{año}$)	Tª calef. media (°C)	Tª refrig. media (°C)
Z - 8 horas (Zona habitable)											
ASEO MASCULINO (Aseo)	38.02	190.09	73.30	0.60	190.24	120.10	142.79	--	380.79	20.0	25.0
ASEO FEMENINO (Aseo)	43.30	216.49	73.30	0.60	216.66	136.78	162.63	--	433.68	20.0	25.0
ASEO MINUSVÁLIDOS MASCULINO (Aseo)	9.32	46.59	73.30	0.60	46.62	29.43	35.00	--	93.32	20.0	25.0
ASEO MISNUSVÁLIDOS FEMENINO (Aseo)	10.00	50.00	73.30	0.60	50.04	31.59	37.56	--	100.16	20.0	25.0
DESPACHO 3 (Despachos)	32.08	105.85	73.30	1.70	160.51	101.33	120.48	--	682.73	20.0	25.0
DESPACHO 2 (Despachos)	33.65	111.05	73.30	1.62	168.40	106.32	126.41	--	716.30	20.0	25.0
DESPACHO 1 (Despachos)	28.30	93.39	73.30	1.93	141.61	89.40	106.29	--	602.33	20.0	25.0
DESPACHO 5 (Despachos)	46.67	154.01	73.30	0.20	233.52	147.43	175.29	--	934.86	20.0	25.0
DESPACHO 4 (Despachos)	54.17	178.77	73.30	0.17	271.07	171.13	203.47	--	1085.17	20.0	25.0

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren_h (1/h)	ΣQ_{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ_{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ_{equip,s} (kWh/año)	ΣQ_{equip,l} (kWh/año)	ΣQ_{ilum} (kWh/año)	T^a calef. media (°C)	T^a refrig. media (°C)
PASILLO 1 (Circulaciones)	35.72	167.90	73.30	0.64	178.77	112.86	134.18	--	268.37	20.0	25.0
ESCALERA (Circulaciones)	25.75	121.02	73.30	0.64	128.85	81.35	96.72	--	193.44	20.0	25.0
PASILLO 2 (Circulaciones)	212.65	701.73	73.30	0.91	1064.06	671.77	798.69	--	1597.39	20.0	25.0
PASILLO 3 (Circulaciones)	32.78	108.18	73.30	0.91	164.04	103.56	123.13	--	246.27	20.0	25.0
SALÓN-COMEDOR	99.89	469.48	73.30	0.96	499.83	315.55	375.17	--	1171.87	20.0	25.0
ENFERMERÍA	15.92	74.84	73.30	0.41	239.30	151.07	179.43	--	390.62	20.0	25.0
ALMACÉN	11.97	56.27	73.30	0.64	59.91	37.82	44.97	--	97.66	20.0	25.0
OFICINA DE GESTIÓN (Despachos)	4.93	23.17	73.30	1.32	24.67	15.57	18.52	--	120.19	20.0	25.0
AULA (Reuniones)	55.40	182.81	73.30	3.69	832.44	525.54	624.20	--	829.32	20.0	25.0
SALA DE ACTIVIDADES CULTURALES	55.29	182.45	73.30	0.17	276.67	174.67	207.67	--	829.32	20.0	25.0
SALA DE REUNIONES 1 (Reuniones)	64.17	301.61	73.30	1.79	321.12	202.73	241.04	--	829.32	20.0	25.0
SALA DE REUNIONES 2 (Reuniones)	36.79	172.90	73.30	3.64	184.08	116.21	138.17	--	551.38	20.0	25.0
SALA DE REUNIONES 3 (Reuniones)	26.20	123.13	73.30	3.29	131.08	82.75	98.39	--	551.38	20.0	25.0
SALA DE REUNIONES (Reuniones)	67.36	222.31	73.30	3.24	337.09	212.81	253.02	--	551.38	20.0	25.0
1040.33 4054.05 73.30 1.32/0.49* 5920.60 3737.80 4443.23 -- 13257.24 20.0 25.0											

Z - 12 horas (Zona habitable)

DORMITORIO 1 (Habitación)	20.98	98.63	73.30	0.91	446.78	282.06	335.02	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 2 (Habitación)	21.10	99.17	73.30	0.91	449.29	283.65	336.90	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 3 (Habitación)	20.48	96.24	73.30	0.94	436.00	275.26	326.93	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 4 (Habitación)	20.79	97.70	73.30	0.92	442.62	279.44	331.90	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 5 (Habitación)	20.79	97.73	73.30	0.92	442.73	279.51	331.98	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 6 (Habitación)	23.50	110.43	73.30	0.81	500.30	315.85	375.15	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 7 (Habitación)	25.49	84.11	73.30	1.07	542.68	342.60	406.92	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 8 (Habitación)	25.62	84.54	73.30	1.06	545.54	344.41	409.07	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 9 (Habitación)	26.46	87.30	73.30	1.03	563.30	355.62	422.38	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 10 (Habitación)	25.54	84.31	73.30	1.07	543.90	343.38	407.84	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 11 (Habitación)	26.74	88.24	73.30	1.02	569.35	359.44	426.92	--	322.87	20.0	25.0
DORMITORIO 12 (Habitación)	25.87	85.37	73.30	1.05	550.80	347.73	413.01	--	322.87	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 1 (Aseo de habitaciones)	4.91	23.06	73.30	--	24.55	15.50	18.43	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 2 (Aseo de habitaciones)	4.80	22.57	73.30	--	24.03	15.17	18.04	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 3 (Aseo)	4.70	22.07	73.30	0.64	23.49	14.83	17.63	--	47.03	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 4 (Aseo)	4.67	21.95	73.30	0.64	23.37	14.76	17.54	--	46.78	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 5 (Aseo)	4.83	22.68	73.30	0.64	24.15	15.25	18.13	--	48.34	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 6 (Aseo)	5.69	26.74	73.30	0.64	28.47	17.97	21.37	--	56.98	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 7 (Aseo de habitaciones)	6.55	21.60	73.30	--	32.75	20.68	24.58	--	69.11	20.0	25.0

	S (m ²)	V (m ³)	η (%)	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh/año)	ΣQ _{ocup,l} (kWh/año)	ΣQ _{equip,s} (kWh/año)	ΣQ _{equip,l} (kWh/año)	ΣQ _{ilum} (kWh/año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
ASEO PRIVADO 8 (Aseo de habitaciones)	6.54	21.60	73.30	--	32.75	20.67	24.58	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 9 (Aseo de habitaciones)	6.51	21.47	73.30	--	32.55	20.55	24.44	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 10 (Aseo de habitaciones)	6.37	21.02	73.30	--	31.87	20.12	23.92	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 11 (Aseo de habitaciones)	6.37	21.03	73.30	--	31.89	20.13	23.94	--	69.11	20.0	25.0
ASEO PRIVADO DORM 12 (Aseo de habitaciones)	6.76	22.30	73.30	--	33.82	21.35	25.39	--	69.11	20.0	25.0
BIBLIOTECA-CAFÉ	104.13	490.80	73.30	1.10	738.27	466.09	554.15	--	1664.72	20.0	25.0
	456.16	1872.65	73.30	0.90/0.46*	7115.28	4492.03	5336.16	--	6291.14	20.0	25.0

Zona no habitable (Zona no habitable)

SALA DE EQUIPOS 1 (Instalaciones)	76.82	371.42	--	5.00	--	--	--	--	2691.91	Oscilación libre	
SALA DE EQUIPOS 2 (Instalaciones)	10.09	33.31	--	5.00	--	--	--	--	353.72		
	86.92	404.74	--	5.00	--	--	--	--	3045.64		

Z- Salón de actos (Zona habitable)

SALÓN DE ACTOS	193.08	579.25	77.70	12.43	4833.84	3051.71	3626.09	--	829.32	20.0	25.0
	193.08	579.25	77.70	12.43/3.71*	4833.84	3051.71	3626.09	--	829.32	20.0	25.0

donde:

S: Superficie útil interior del recinto, m².V: Volumen interior neto del recinto, m³.

η: 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_{ilum}: Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, kWh/año.T^a: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.calef.
media:T^a: Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.refrig.
media:

ANEXO VIII: PUENTES TÉRMICOS

Descripción de los puentes térmicos lineales

EN ISO 14683

EN ISO 10211



Z - 8 horas

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFms Cerramiento - Forjado entre pisos - Muro de sótano Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	9.693	0.50
TFms Cerramiento - Forjado entre pisos - MEDIANERA Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	18.200	0.51
TFms Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	15.104	0.48
CFi Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos - Saliente Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	0.700	0.48
TFmi Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	20.019	0.48
CFs Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos - Saliente Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	9.332	0.48

Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFs Cerramiento - Cubierta no transitable Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	137.633	0.27
LFs Cerramiento - Cubierta transitable Cubiertas planas sin continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	2.200	0.93
TFs Cerramiento - Cubierta transitable - Saliente Cubiertas planas sin continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	3.801	0.93

Encuentro de fachada con voladizo	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LFi Cerramiento - Forjado entre pisos voladizo		
Forjados inferiores en contacto con el aire con aislamiento bajo el forjado, sin continuidad entre el aislamiento de fachada y el del forjado. Forjado inferior en contacto con el aire exterior.	83.955	0.84

Encuentro de fachada con solera	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFi Muro de sótano - Saliente - Solera	9.693	0.50
Suelo en contacto con el terreno		
TFi Cerramiento - Saliente - Solera	138.819	0.50
Suelo en contacto con el terreno		
LFi Cerramiento - Solera	16.019	0.50
Suelo en contacto con el terreno		

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TW Cerramiento - Cerramiento - Tabique grueso	5.000	0.50
Esquina saliente		
LWo Cerramiento - Cerramiento	44.100	0.07
Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.		

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi Ventana de 1 x 2.2 m	2.995	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1 x 2.2 m	2.995	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1 x 2.2 m	13.200	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	22.800	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	22.800	0.50
Dintel/Capialzado		

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	83.600	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 2x2.2 m	23.911	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 2x2.2 m	23.911	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 2x2.2 m	52.800	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.1 x 2.2 m	26.400	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.1 x 2.2 m	26.400	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.1 x 2.2 m	105.600	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	6.000	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	6.000	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.5 x 2.2 Abatible	17.600	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.4 x 2.2 m	2.800	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.4 x 2.2 m	2.800	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.4 x 2.2 m	8.800	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 0.9 x 2.2 m	6.276	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 0.9 x 2.2 m	6.276	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 0.9 x 2.2 m	30.800	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.2 x 2.2 m	34.743	0.50
Alféizar		

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Ws Ventana de 1.2 x 2.2 m	34.743	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.2 x 2.2 m	127.600	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 0.6 x 2.2 m	0.600	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 0.6 x 2.2 m	0.600	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 0.6 x 2.2 m	4.400	0.50
Jambas		
Wi Ventana traslucida 3 x 2.2 m	11.995	0.50
Alféizar		
Ws Ventana traslucida 3 x 2.2 m	11.995	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana traslucida 3 x 2.2 m	17.600	0.50
Jambas		
Wi Ventana traslucida 6 x 2.2 m	17.700	0.50
Alféizar		
Ws Ventana traslucida 6 x 2.2 m	17.700	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana traslucida 6 x 2.2 m	22.000	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.5 x 2.2 m	1.500	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.5 x 2.2 m	1.500	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.5 x 2.2 m	4.400	0.50
Jambas		
Wi Ventana traslucida 4 x 2.2 m	8.000	0.50
Alféizar		
Ws Ventana traslucida 4 x 2.2 m	8.000	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana traslucida 4 x 2.2 m	8.800	0.50
Jambas		

Pilar	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
P Pilar 0.3x0.3 cm - Cerramiento Pilares integrados en fachada sin continuidad del aislamiento de fachada. Pilares integrados en fachada.	238.857	1.22



Z - 12 horas

Encuentro de fachada con forjado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
CFs Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos - Saliente Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	8.869	0.48
CFi Cerramiento - Cerramiento - Forjado entre pisos - Saliente Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada. Frente de forjado.	8.400	0.48

Encuentro de fachada con cubierta	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFs Cerramiento - Cubierta transitable - Saliente Cubiertas planas sin continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	21.764	0.93
LFs Cerramiento - Cubierta transitable Cubiertas planas sin continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	4.343	0.93
LFs Cerramiento - Cubierta no transitable Cubiertas planas con continuidad entre el aislamiento de fachada y el de cubierta. Cubierta plana.	30.377	0.27

Encuentro de fachada con solera	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
TFi Cerramiento - Saliente - Solera Suelo en contacto con el terreno	72.866	0.50

Esquina saliente de fachadas	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
LWo Cerramiento - Cerramiento Esquinas salientes (al exterior). Esquina saliente.	19.400	0.07

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
Wi Ventana de 1.2 x 2.2 m	21.150	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.2 x 2.2 m	21.150	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.2 x 2.2 m	79.200	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	6.600	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	6.600	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.1 x 2.2 m Abatible	26.400	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 0.9 x 2.2 m	2.700	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 0.9 x 2.2 m	2.700	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 0.9 x 2.2 m	13.200	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1 x 2.2 m	2.000	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1 x 2.2 m	2.000	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1 x 2.2 m	8.800	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.1 x 2.2 m	1.100	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.1 x 2.2 m	1.100	0.50
Dintel/Capialzado		
WI Ventana de 1.1 x 2.2 m	4.400	0.50
Jambas		
Wi Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.400	0.50
Alféizar		
Ws Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	2.400	0.50
Dintel/Capialzado		

Hueco de ventana	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
WI Ventana de 1.2 x 2.2 m Abatible	8.800	0.50
Jambas		

Pilar	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
P Pilar 0.3x0.3 cm - Cerramiento		
Pilares integrados en fachada sin continuidad del aislamiento de fachada. Pilares integrados en fachada.	106.879	1.22



ANEXO IX: CONDENSACIONES

Condensaciones

UNE EN ISO 13788



ÍNDICE

1. Z - 8 HORAS	133
1.1. Cerramiento	112
1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones	124
1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	124
1.1.3. Descripción del elemento constructivo	124
1.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	275
1.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	276
1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	276
1.2. Cubierta no transitable	41
1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones	277
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	277
1.2.3. Descripción del elemento constructivo	278
1.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	279
1.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	280
1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	280
1.3. Cubierta transitable	42
1.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones	281
1.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	42
1.3.3. Descripción del elemento constructivo	282
1.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	283
1.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	284
1.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	284
1.4. Forjado entre pisos voladizo	45
1.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones	45
1.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	285
1.4.3. Descripción del elemento constructivo	286
1.4.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	287
1.4.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	288
1.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	288
2. Z - 12 HORAS	134
2.1. Cerramiento	112
2.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones	289
2.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	48
2.1.3. Descripción del elemento constructivo	290
2.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	291
2.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	292
2.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	292
2.2. Cubierta transitable	49
2.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones	112
2.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	113
2.2.3. Descripción del elemento constructivo	294

2.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	295
2.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	296
2.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	296
2.3. Cubierta no transitable	256
2.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones	297
2.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	297
2.3.3. Descripción del elemento constructivo	298
2.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	299
2.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	300
2.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	300
3. Z- SALÓN DE ACTOS	113
3.1. Cerramiento	125
3.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones	125
3.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	127
3.1.3. Descripción del elemento constructivo	130
3.1.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	303
3.1.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	304
3.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	304
3.2. Cubierta no transitable	305
3.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones	305
3.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	305
3.2.3. Descripción del elemento constructivo	306
3.2.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	307
3.2.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	308
3.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	308
3.3. Forjado entre pisos voladizo	309
3.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones	309
3.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo	309
3.3.3. Descripción del elemento constructivo	310
3.3.4. Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica	311
3.3.5. Cálculo de condensaciones intersticiales	312
3.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas	312

1. Z - 8 HORAS

1.1. Cerramiento

1.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.941 \geq f_{Rsi,min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.238 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\phi_{si,cr} \leq 0.8$.

1.1.1.2. Condensación intersticial

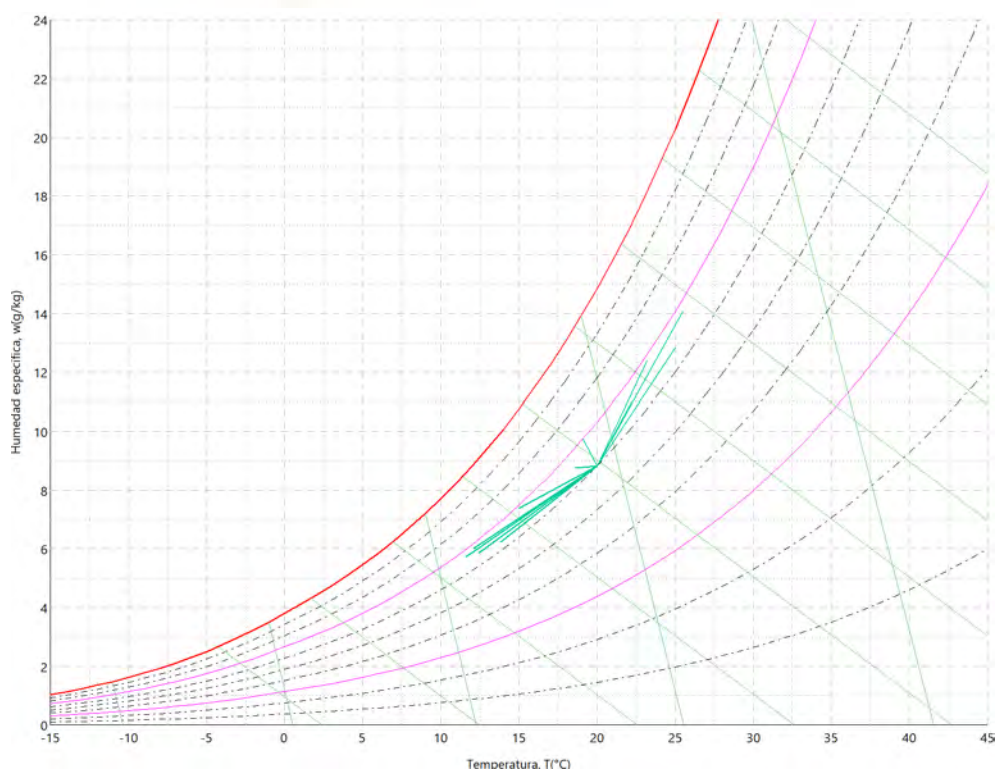
El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

1.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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

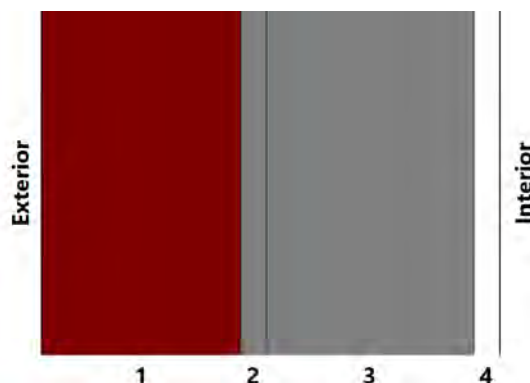
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



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:

Cerramiento		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (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-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	12.0	0.032	3.75000	30	3.6
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}					0.13	

donde:

e: Espesor, cm.

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

R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.

μ : 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	26.5
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.2045
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	4.96
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.238
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.941

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 = 0.238 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 $\phi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	ϕ_e (%)	θ_i (°C)	ϕ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.941 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

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.

Cerramiento	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.68	1372.495	914.725	66.6	--	--
Interfase 1-2	12.07	1408.662	1027.742	73.0	--	--
Interfase 2-3	12.13	1413.728	1042.483	73.7	--	--
Interfase 3-4	19.62	2282.602	1396.274	61.2	--	--
Cara interior	19.74	2299.644	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

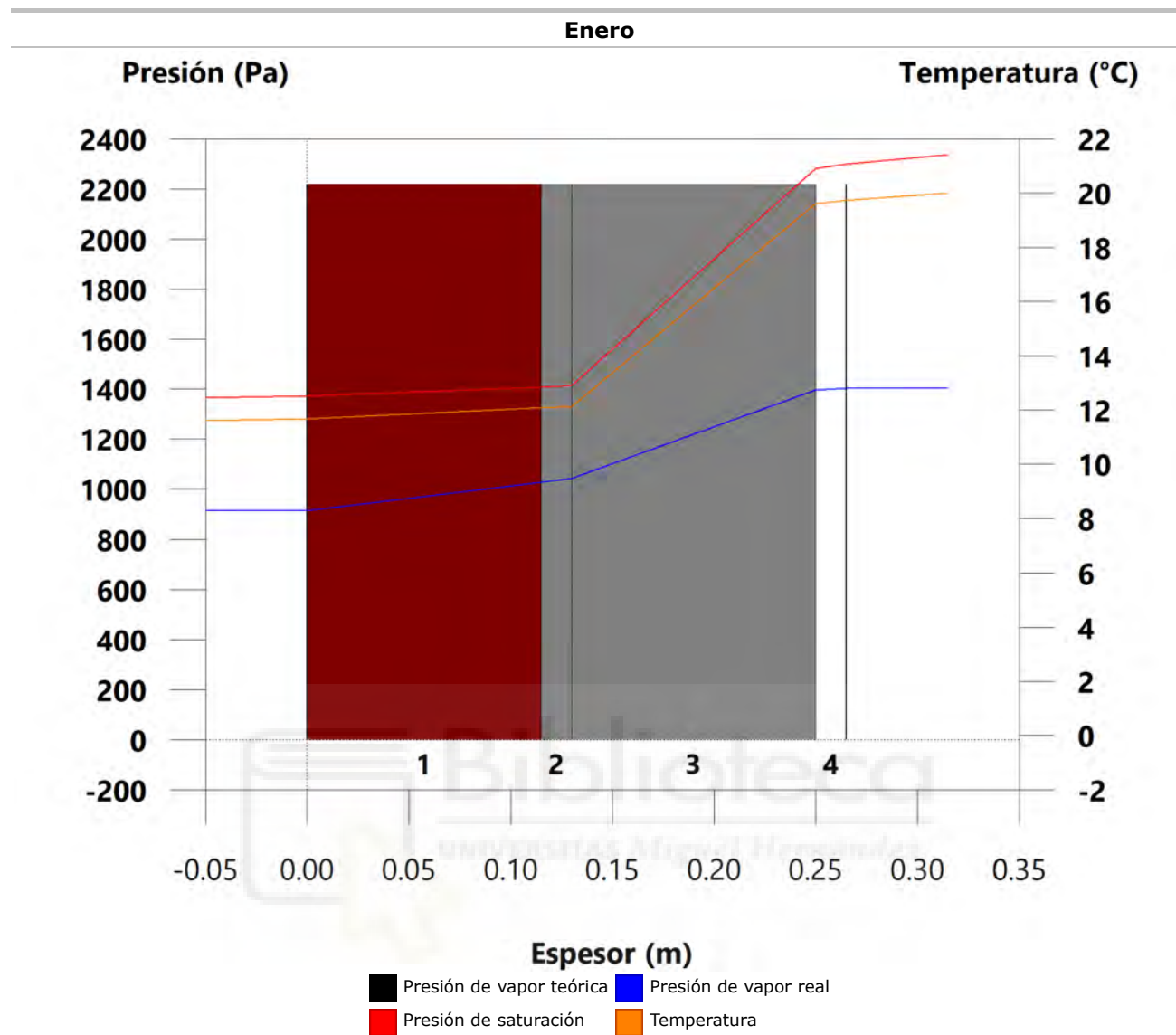
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

1.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



1.2. Cubierta no transitable

1.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.924 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.303 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

1.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

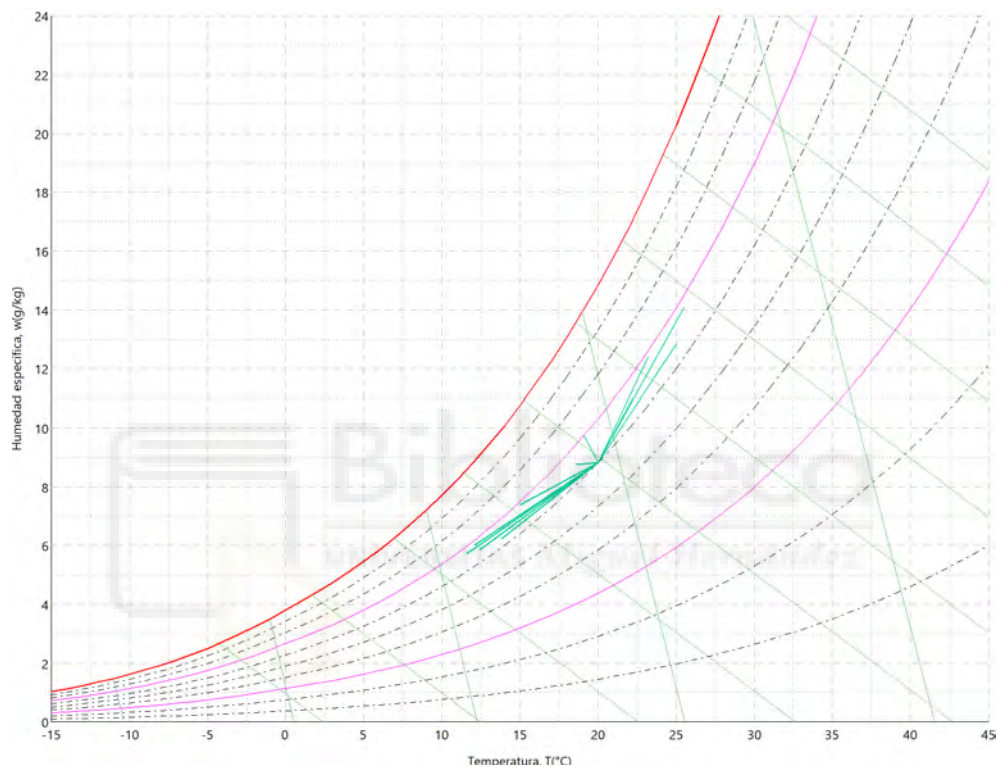
1.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

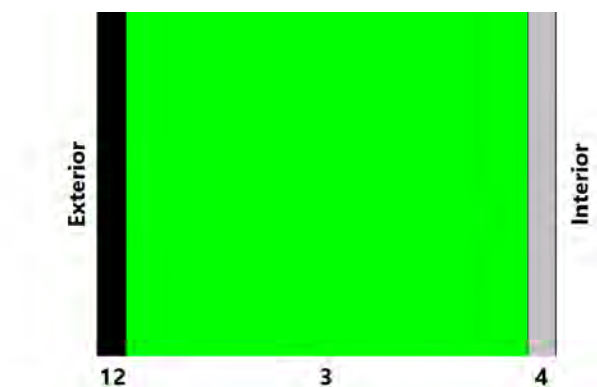
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



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:

Cubierta no transitable		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.04				
1	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
2	Betún fieltro o lámina	0.3	0.230	0.01304	50000	150
3	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	10.0	0.032	3.12500	40	4
4	Acero Inoxidable	0.7	17.000	0.00041	1000000	7000
R _{si}		0.10				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	11.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.2958
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	7354.00
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.303
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.924

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 = 0.303 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ_{si}) (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.924 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento 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.

Cubierta no transitable	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.70	1374.495	914.725	66.5	--	--
Interfase 1-2	11.75	1378.527	927.982	67.3	--	--
Interfase 2-3	11.78	1381.558	937.924	67.9	--	--
Interfase 3-4	19.74	2300.187	938.189	40.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.337	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

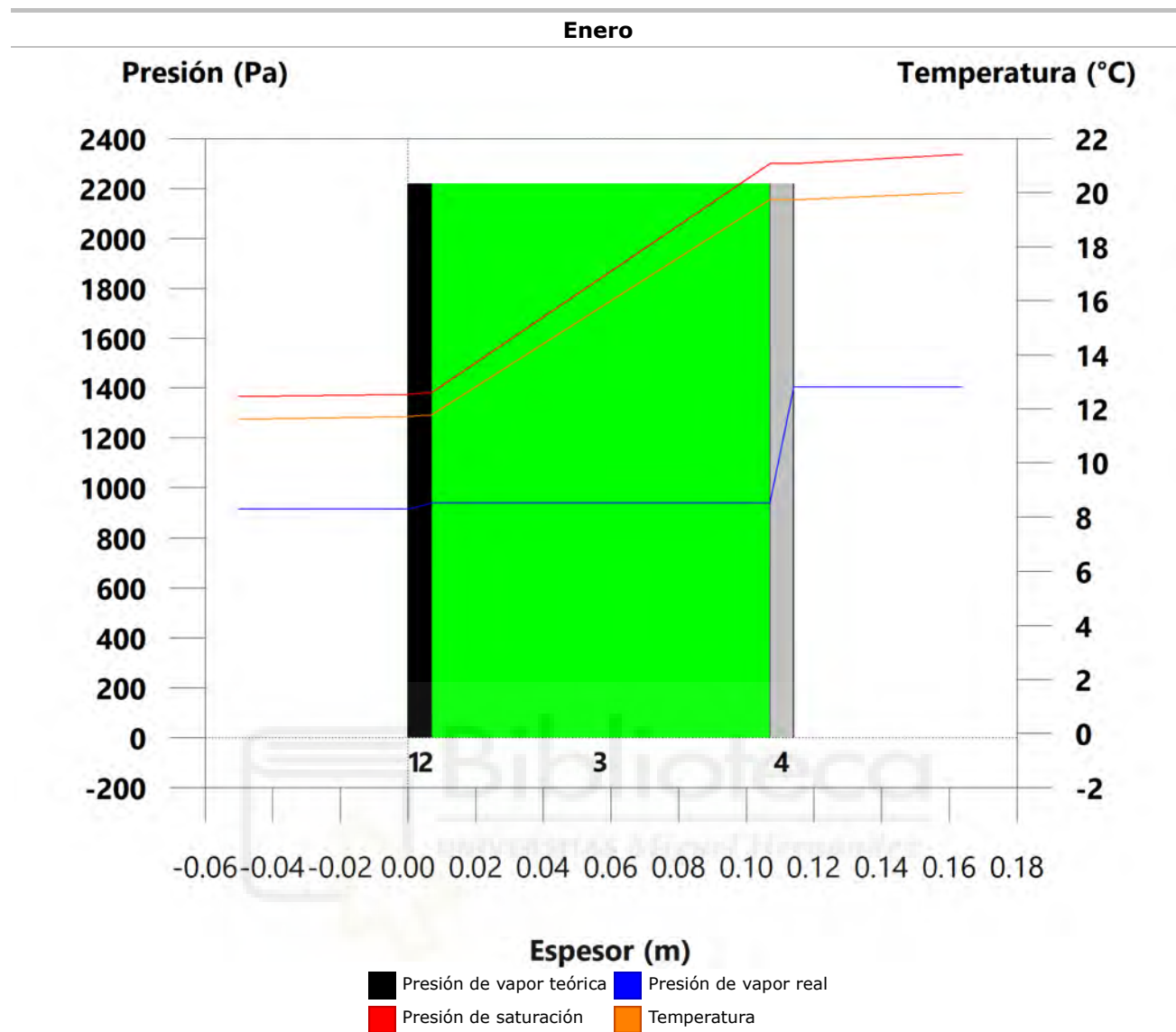
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

1.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



1.3. Cubierta transitable

1.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.922 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.310 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

1.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

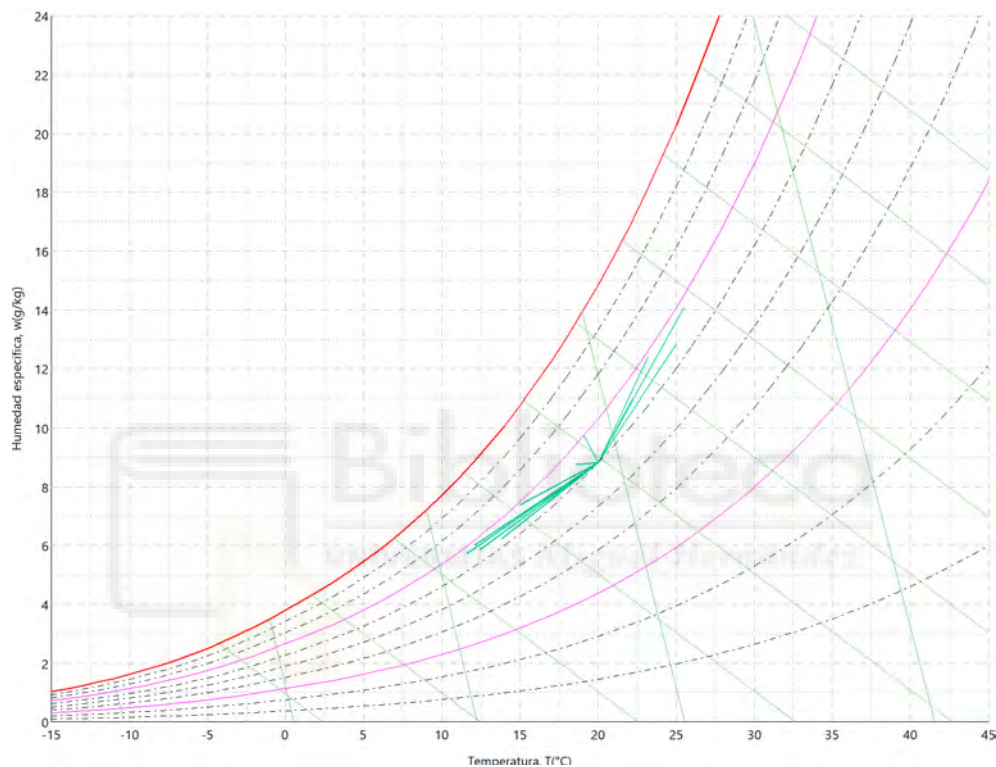
1.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

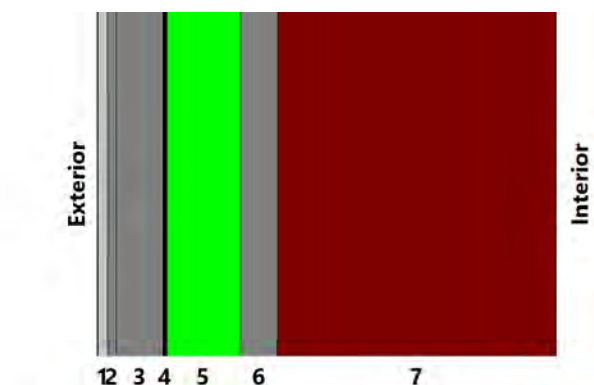
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



1.3.3. 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:

Cubierta transitable		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.04				
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.0	1.900	0.00526	20	0.2
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0	0.550	0.01818	10	0.1
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.0	0.550	0.09091	10	0.5
4	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
5	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	8.0	0.032	2.50000	40	3.2
6	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.0	0.410	0.09756	10	0.4
7	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.846	0.35461	10	3
R _{si}		0.10				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	49.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.2239
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	207.40
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.310
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.922

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 = 0.310 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.3.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ _{si}) (Pa)	θ _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*

	θ_e (°C)	ϕ_e (%)	θ_i (°C)	ϕ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.
donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.922 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

1.3.5. 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.

Cubierta transitable	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.70	1374.702	914.725	66.5	--	--
Interfase 1-2	11.72	1375.948	915.195	66.5	--	--
Interfase 2-3	11.77	1380.262	915.430	66.3	--	--
Interfase 3-4	12.00	1402.008	916.605	65.4	--	--
Interfase 4-5	12.05	1406.203	1386.659	98.6	--	--
Interfase 5-6	18.56	2136.763	1394.180	65.2	--	--
Interfase 6-7	18.82	2171.001	1395.120	64.3	--	--
Cara interior	19.74	2299.525	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

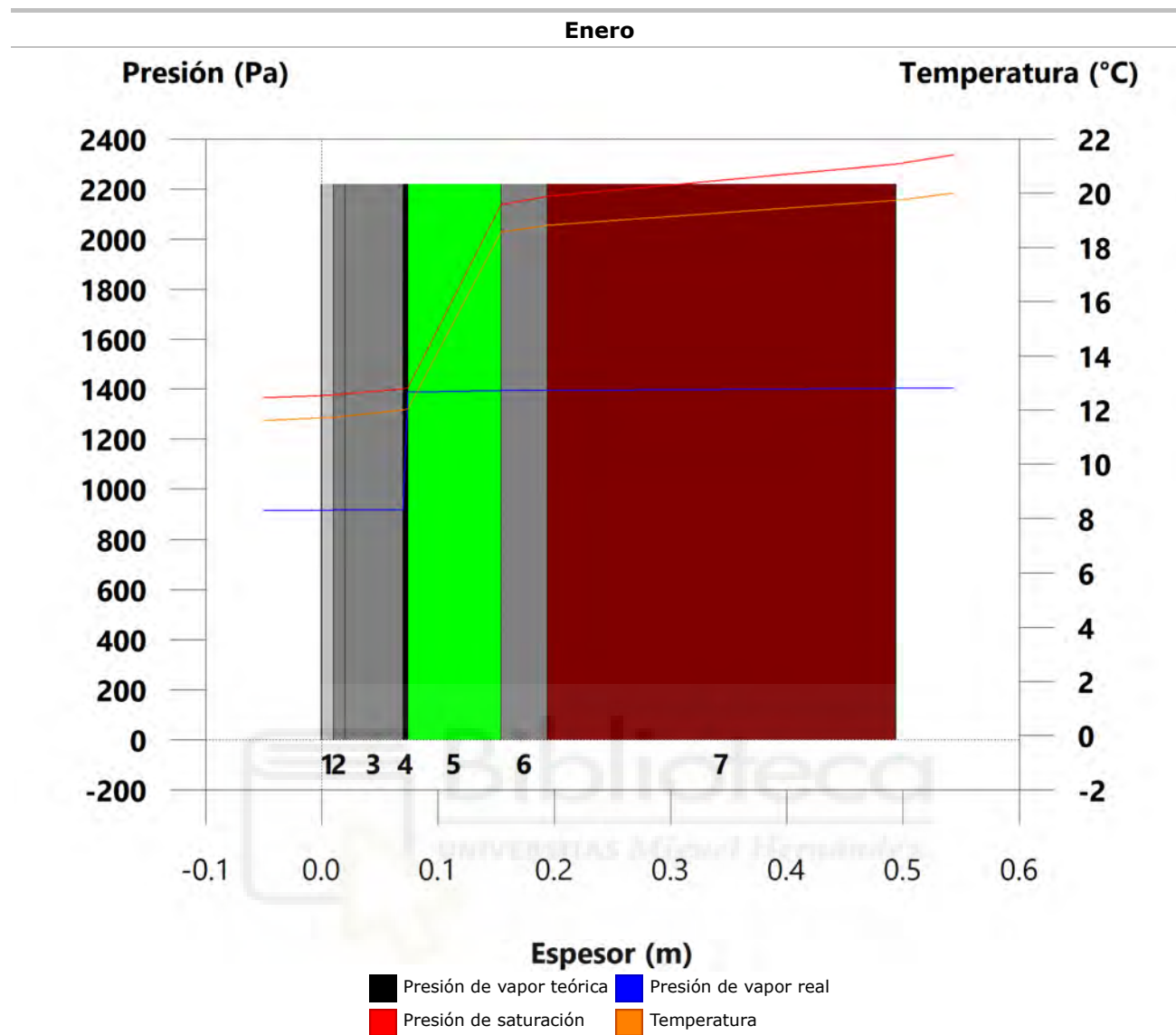
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

1.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



1.4. Forjado entre pisos voladizo

1.4.1. Resultados del cálculo de condensaciones

1.4.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.917 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.330 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

1.4.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

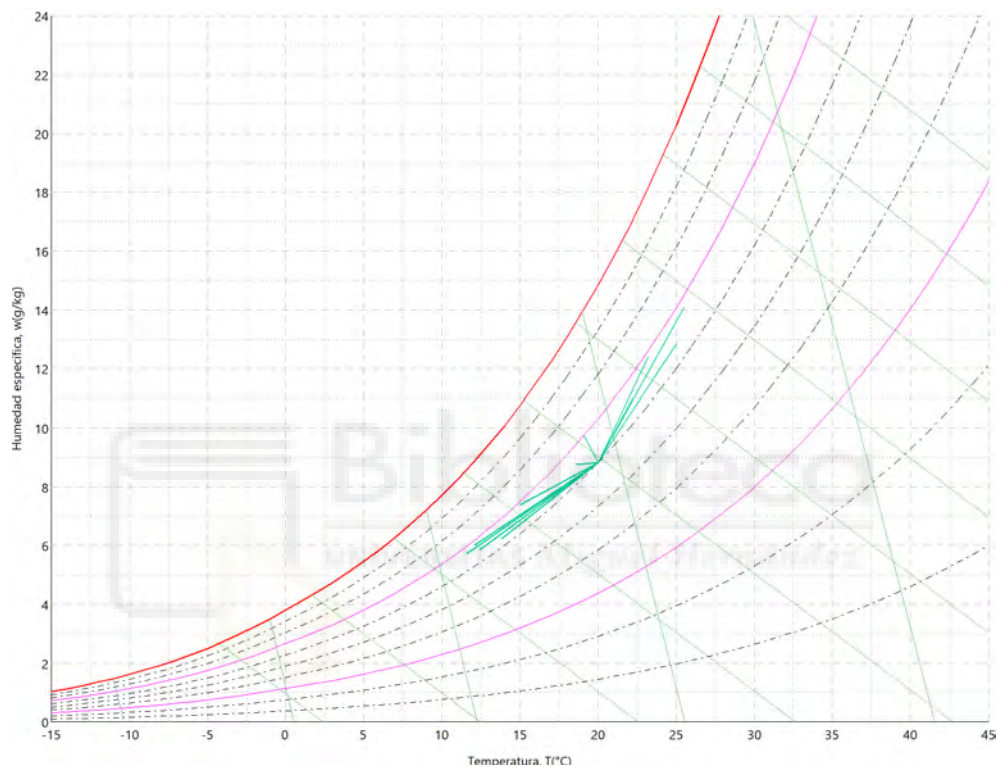
1.4.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

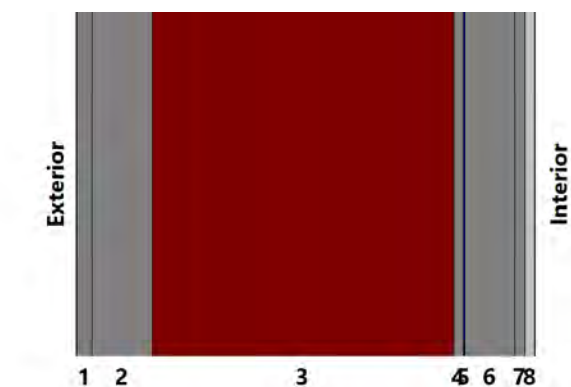
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



1.4.3. 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:

Forjado entre pisos voladizo		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.17				
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.5	0.550	0.02727	10	0.15
2	EPS-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	6.0	0.032	1.87500	30	1.8
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.846	0.35461	10	3
4	EPS-Grafipol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.0	0.030	0.33333	40	0.4
5	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.1	0.330	0.00303	100000	100
6	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.0	0.700	0.07143	10	0.5
7	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0	0.550	0.01818	10	0.1
8	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.0	1.900	0.00526	20	0.2
R _{si}		0.17				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	45.6
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.0281
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	106.15
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.330
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.917

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 = 0.330 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

1.4.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ _{si}) (Pa)	θ _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*

	θ_e (°C)	ϕ_e (%)	θ_i (°C)	ϕ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.
donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.917 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

1.4.5. 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.

Forjado entre pisos voladizo	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	12.07	1408.437	914.725	64.9	--	--
Interfase 1-2	12.15	1415.474	915.414	64.7	--	--
Interfase 2-3	17.35	1979.830	923.680	46.7	--	--
Interfase 3-4	18.33	2106.307	937.456	44.5	--	--
Interfase 4-5	19.26	2231.586	939.293	42.1	--	--
Interfase 5-6	19.27	2232.754	1398.497	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.46	2260.445	1400.793	62.0	--	--
Interfase 7-8	19.51	2267.541	1401.252	61.8	--	--
Cara interior	19.53	2269.599	1402.171	61.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

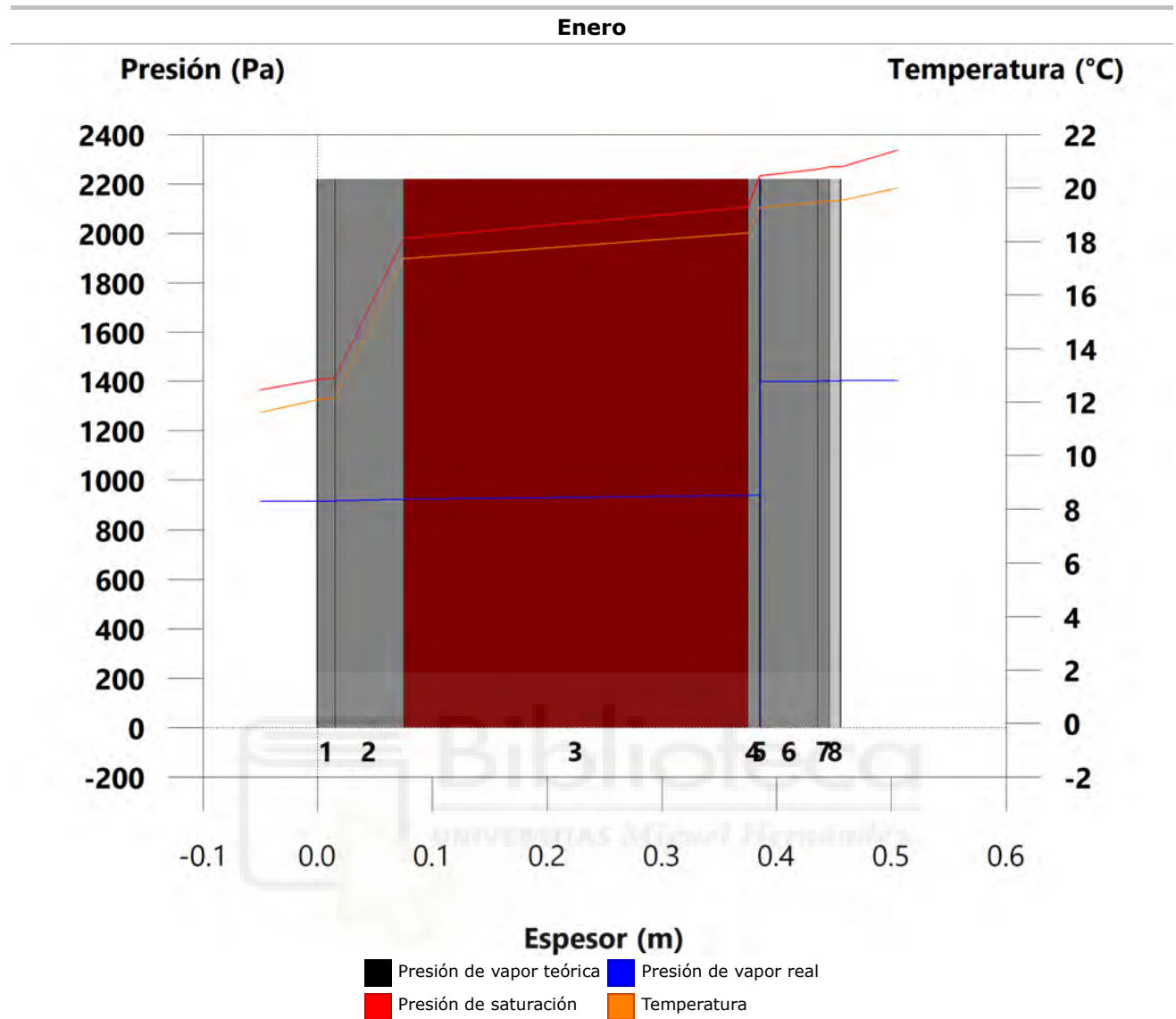
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

1.4.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



2. Z - 12 HORAS

2.1. Cerramiento

2.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.941 \geq f_{Rsi,min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.238 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

2.1.1.2. Condensación intersticial

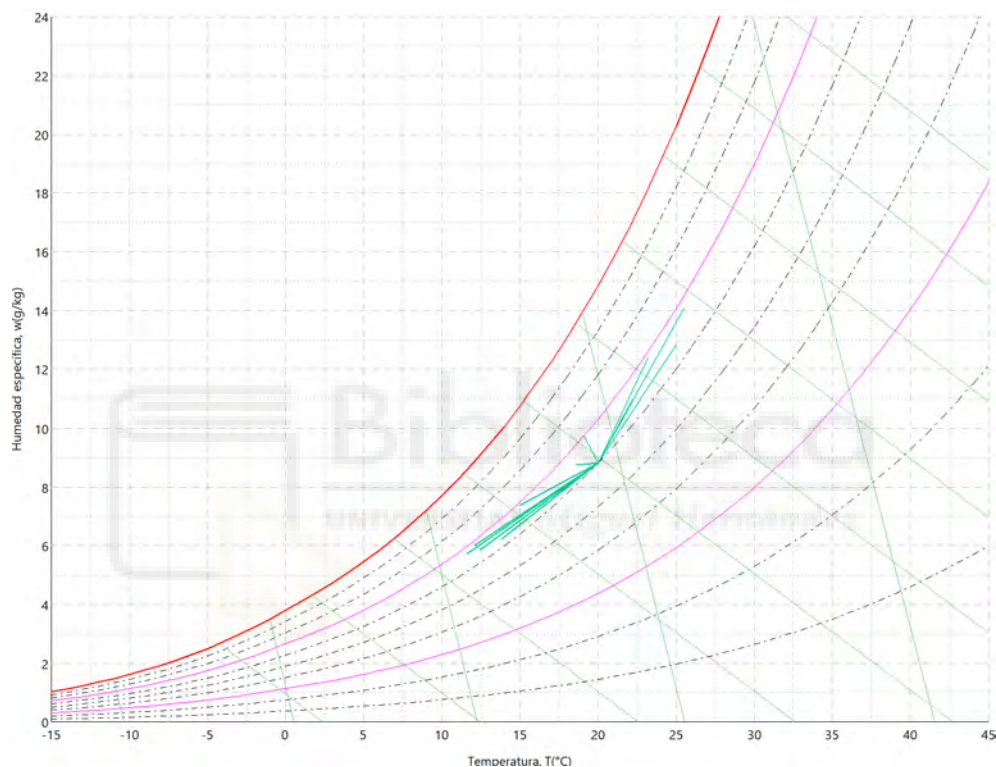
El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

2.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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

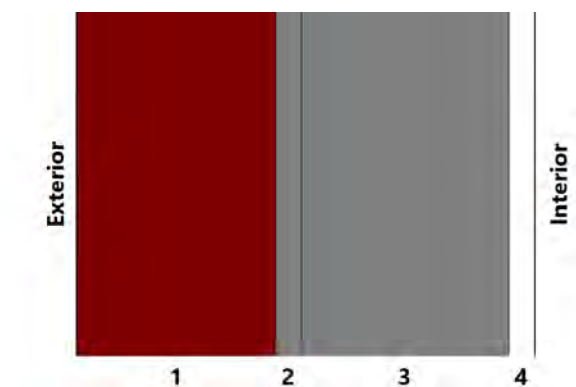
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



2.1.3. 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:

Cerramiento		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (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-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	12.0	0.032	3.75000	30	3.6
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}		0.13				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	26.5
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.2045
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	4.96
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.238
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.941

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 = 0.238 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.1.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ _{si}) (Pa)	θ _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

φ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

φ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.941 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

2.1.5. 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.

Cerramiento	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	φ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.68	1372.495	914.725	66.6	--	--
Interfase 1-2	12.07	1408.662	1027.742	73.0	--	--
Interfase 2-3	12.13	1413.728	1042.483	73.7	--	--
Interfase 3-4	19.62	2282.602	1396.274	61.2	--	--
Cara interior	19.74	2299.644	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

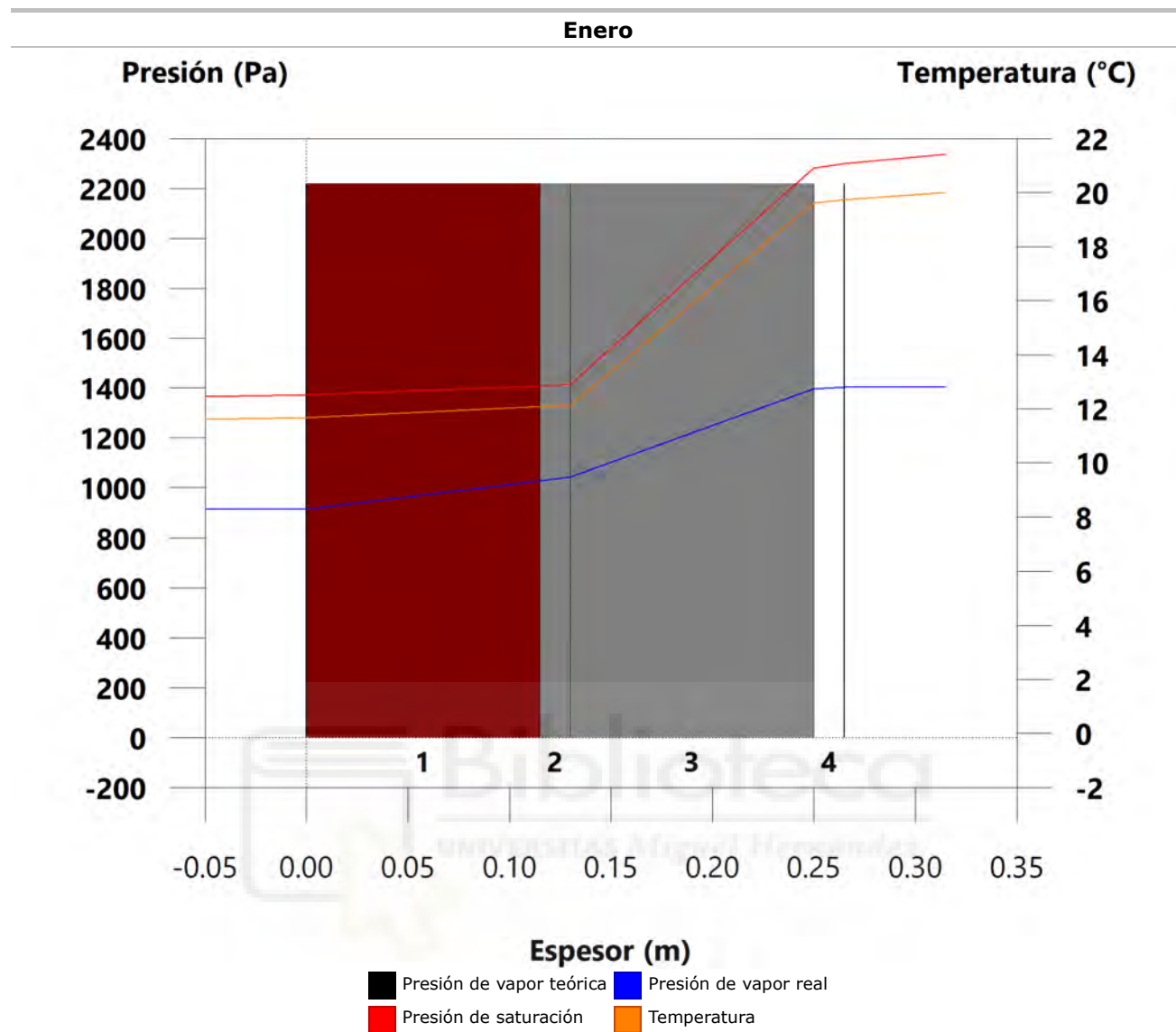
φ : Humedad relativa, %.

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)

2.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



2.2. Cubierta transitable

2.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.922 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.310 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

2.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

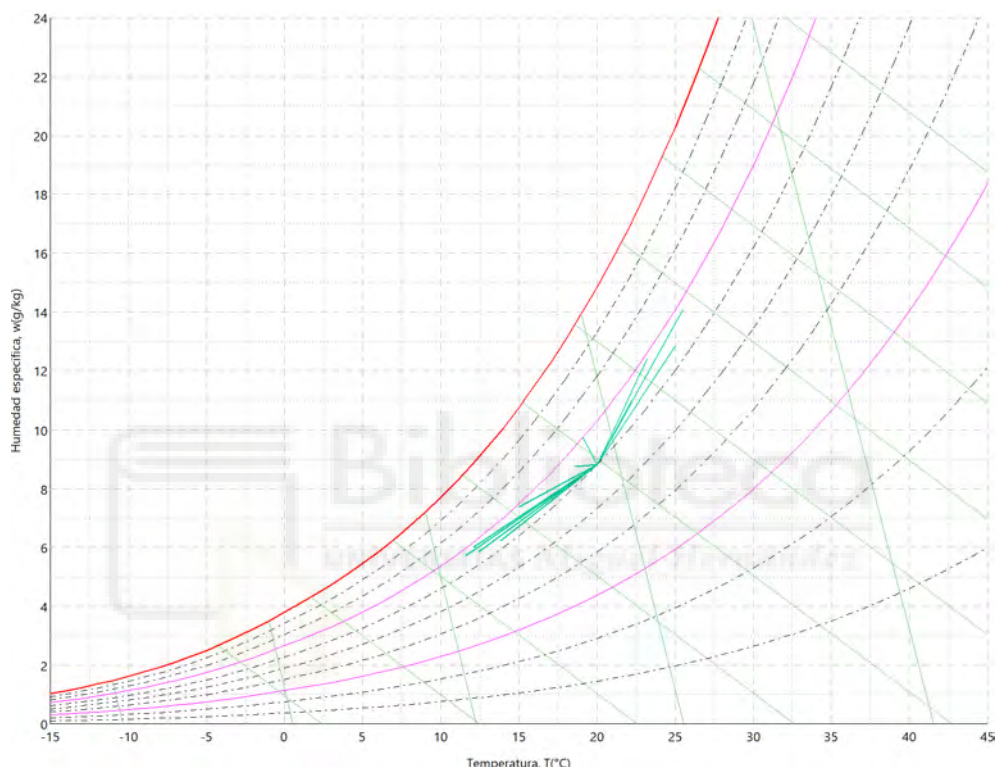
2.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

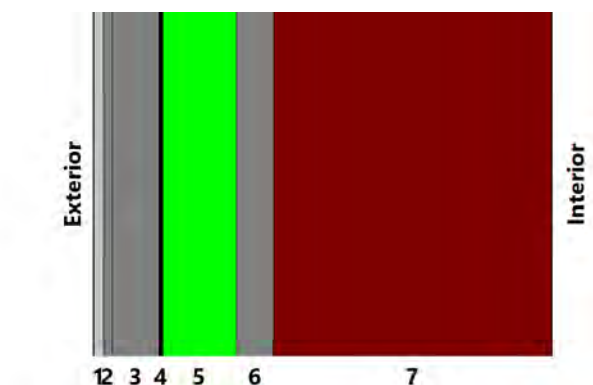
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



2.2.3. 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:

Cubierta transitable		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S_d (m)
R _{se}		0.04				
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.0	1.900	0.00526	20	0.2
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0	0.550	0.01818	10	0.1
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	5.0	0.550	0.09091	10	0.5
4	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
5	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	8.0	0.032	2.50000	40	3.2
6	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	4.0	0.410	0.09756	10	0.4
7	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.846	0.35461	10	3
R _{si}		0.10				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	49.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.2239
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	207.40
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.310
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.922

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 = 0.310 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.2.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P_i (Pa)	P_{sat} (θ_{si}) (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	f_{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*

	θ_e (°C)	ϕ_e (%)	θ_i (°C)	ϕ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.
donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.922 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

2.2.5. 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.

Cubierta transitable	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.70	1374.702	914.725	66.5	--	--
Interfase 1-2	11.72	1375.948	915.195	66.5	--	--
Interfase 2-3	11.77	1380.262	915.430	66.3	--	--
Interfase 3-4	12.00	1402.008	916.605	65.4	--	--
Interfase 4-5	12.05	1406.203	1386.659	98.6	--	--
Interfase 5-6	18.56	2136.763	1394.180	65.2	--	--
Interfase 6-7	18.82	2171.001	1395.120	64.3	--	--
Cara interior	19.74	2299.525	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

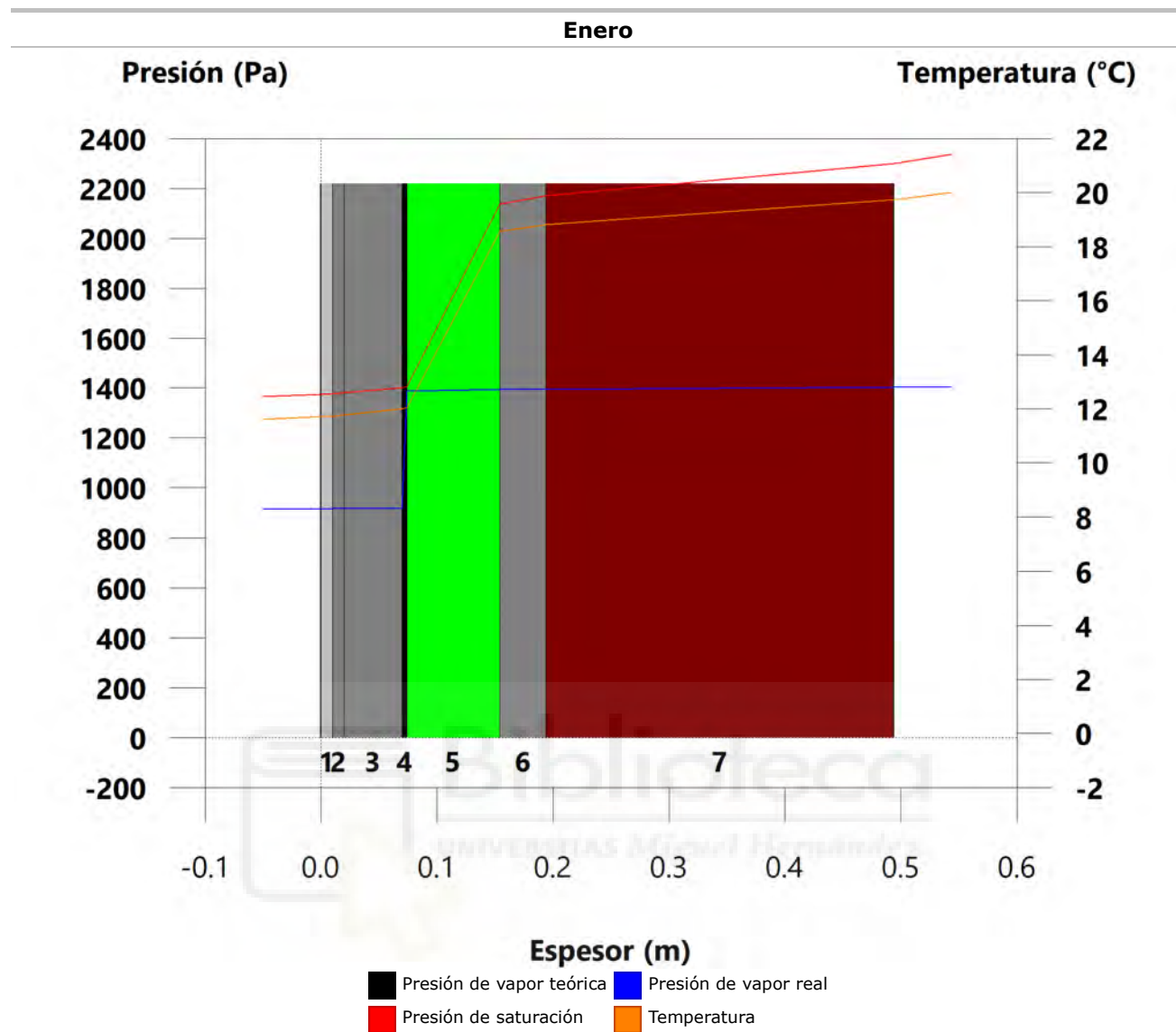
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

2.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



2.3. Cubierta no transitable

2.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

2.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.924 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.303 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

2.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

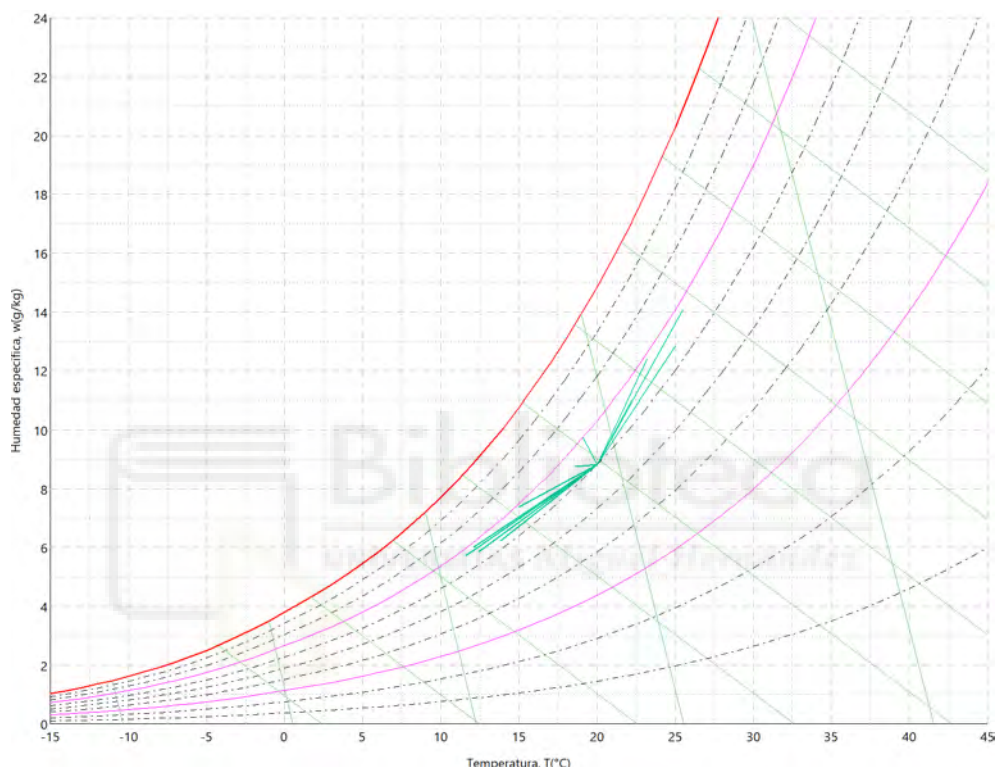
2.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

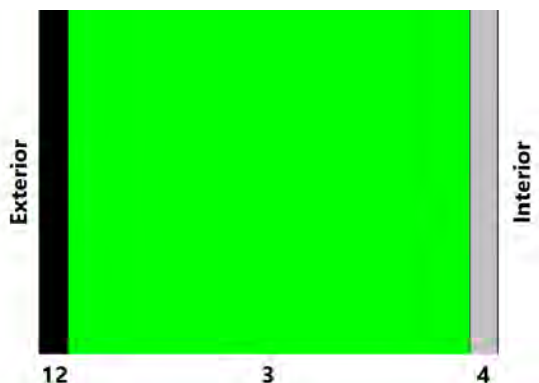
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



2.3.3. 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:

Cubierta no transitable		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.04				
1	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
2	Betún fieltro o lámina	0.3	0.230	0.01304	50000	150
3	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	10.0	0.032	3.12500	40	4
4	Acero Inoxidable	0.7	17.000	0.00041	1000000	7000
R _{si}		0.10				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	11.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.2958
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	7354.00
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.303
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.924

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 = 0.303 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

2.3.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ_{si}) (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.924 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

2.3.5. 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.

Cubierta no transitable	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.70	1374.495	914.725	66.5	--	--
Interfase 1-2	11.75	1378.527	927.982	67.3	--	--
Interfase 2-3	11.78	1381.558	937.924	67.9	--	--
Interfase 3-4	19.74	2300.187	938.189	40.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.337	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

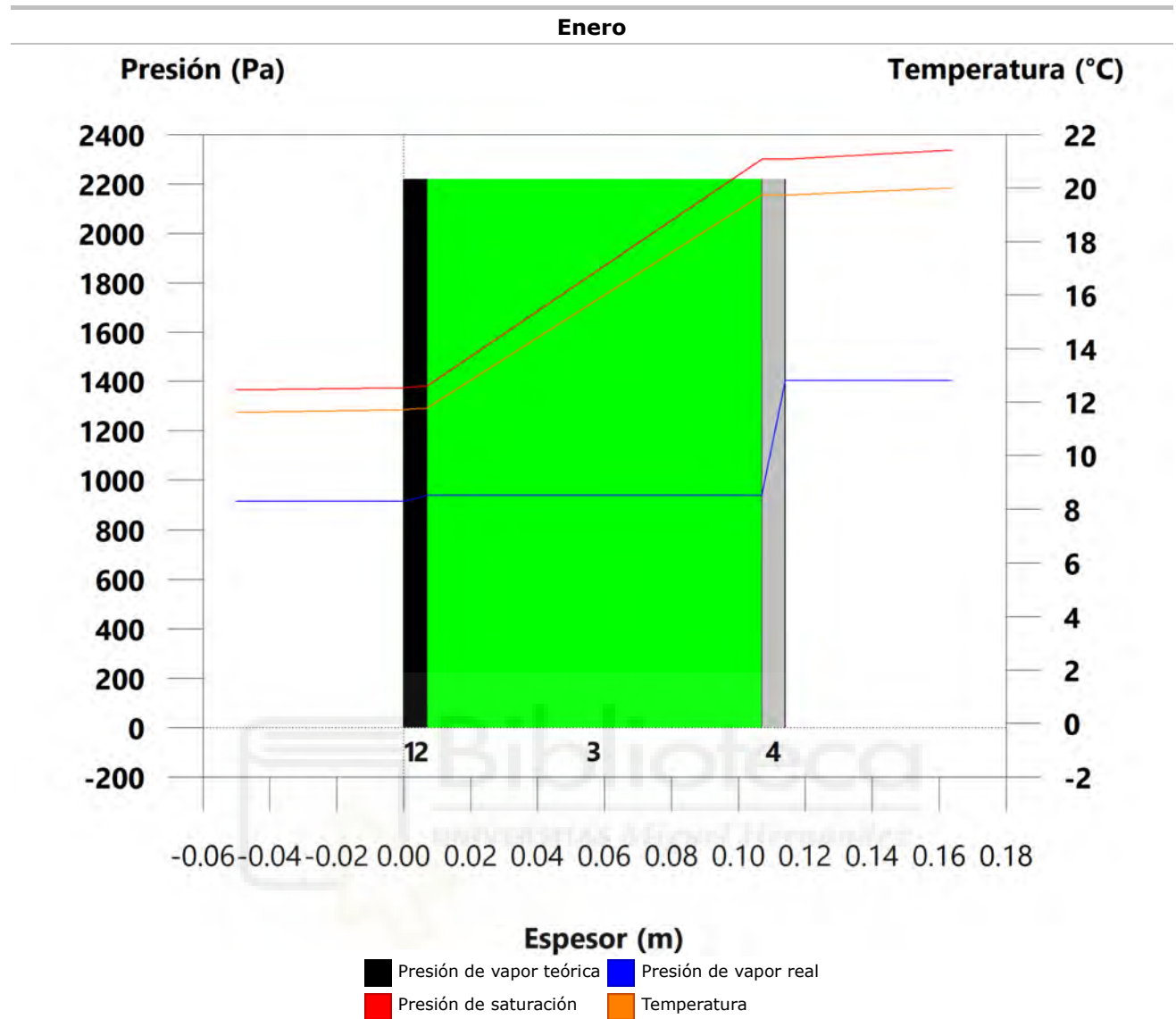
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

2.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



3. Z- SALÓN DE ACTOS

3.1. Cerramiento

3.1.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.1.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.941 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.238 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

3.1.1.2. Condensación intersticial

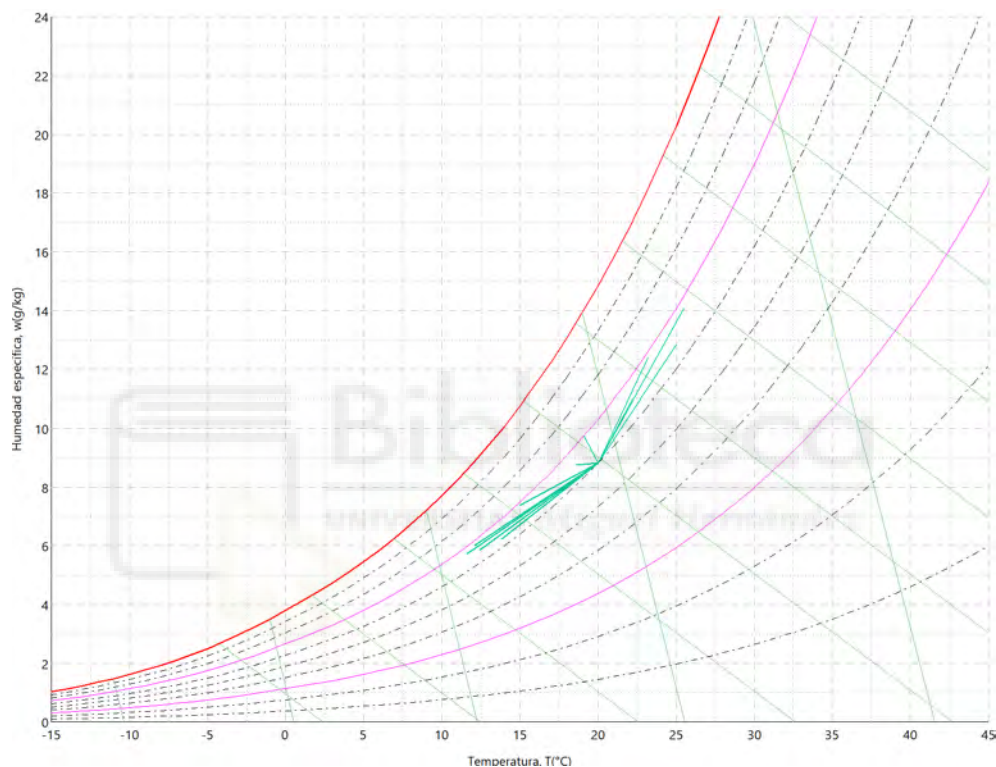
El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

3.1.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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

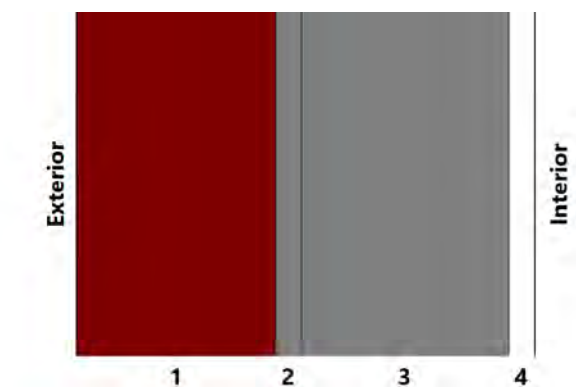
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



3.1.3. 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:

Cerramiento		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (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-Grafipol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	12.0	0.032	3.75000	30	3.6
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1.5	0.250	0.06000	4	0.06
R _{si}		0.13				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	26.5
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	4.2045
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	4.96
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.238
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.941

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 = 0.238 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

3.1.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ _{si}) (Pa)	θ _{si,min} (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

φ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

φ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.941 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

3.1.5. 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.

Cerramiento	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	φ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.68	1372.495	914.725	66.6	--	--
Interfase 1-2	12.07	1408.662	1027.742	73.0	--	--
Interfase 2-3	12.13	1413.728	1042.483	73.7	--	--
Interfase 3-4	19.62	2282.602	1396.274	61.2	--	--
Cara interior	19.74	2299.644	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

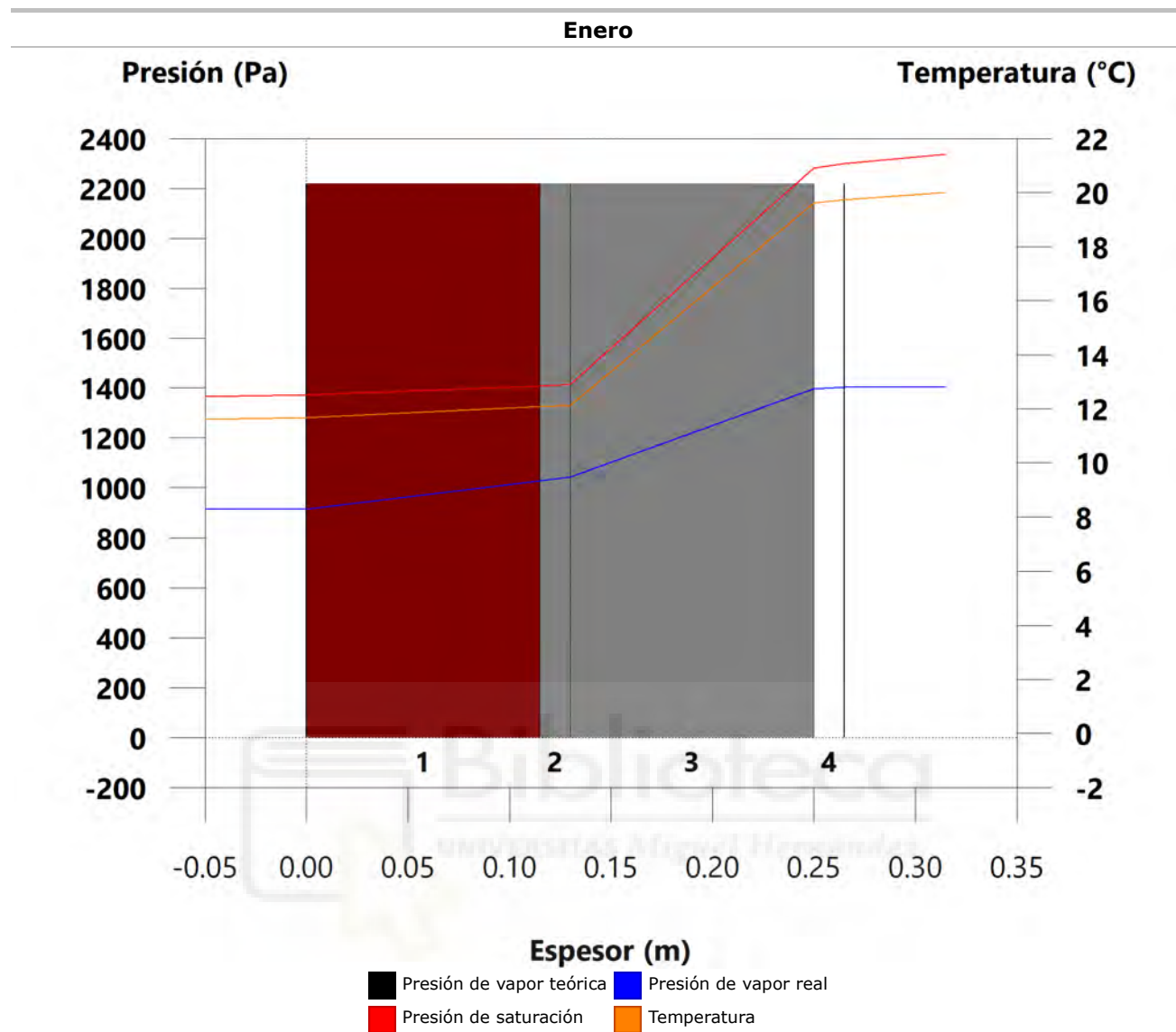
φ : Humedad relativa, %.

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)

3.1.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



3.2. Cubierta no transitable

3.2.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.2.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.924 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.303 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\varphi_{si, cr} \leq 0.8$.

3.2.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

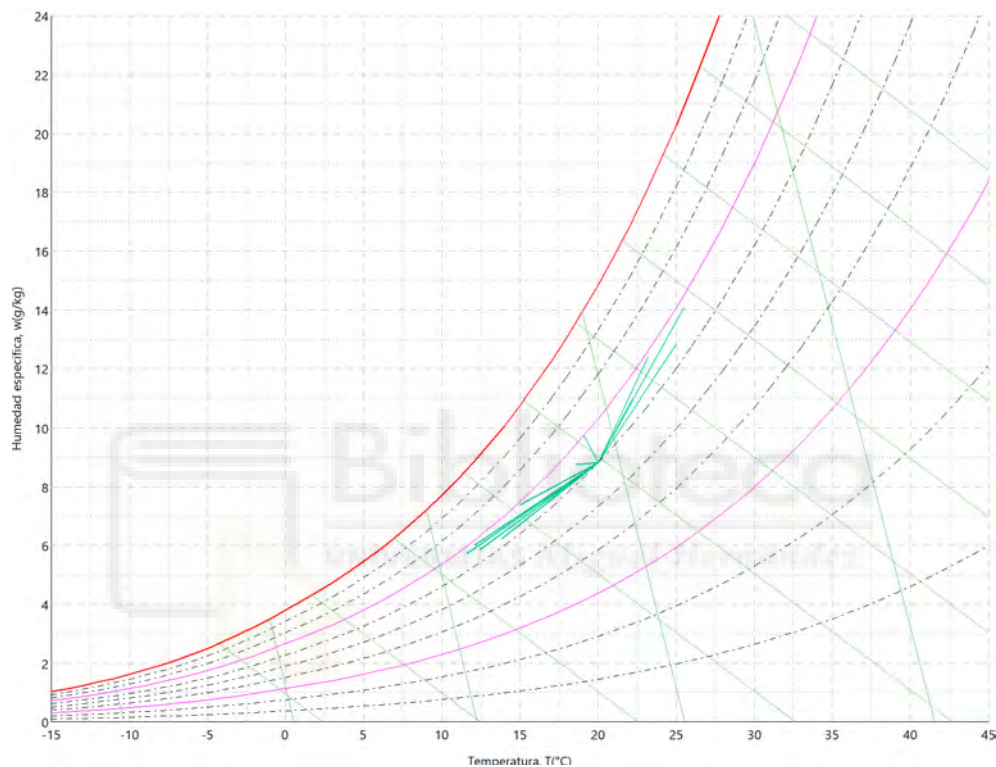
3.2.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

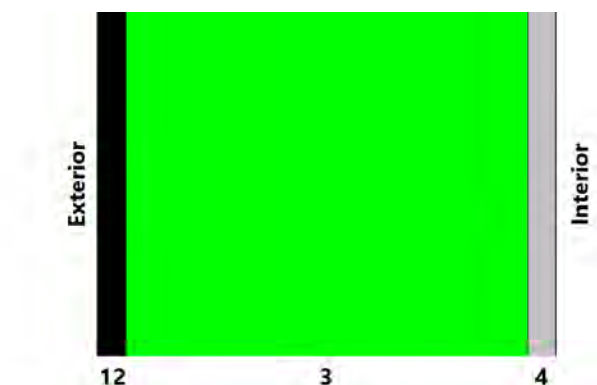
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



3.2.3. 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:

Cubierta no transitable		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.04				
1	Betún fieltro o lámina	0.4	0.230	0.01739	50000	200
2	Betún fieltro o lámina	0.3	0.230	0.01304	50000	150
3	EPS-Donpol Verde Hidrófobo [0,032 [W/mK]] Valero	10.0	0.032	3.12500	40	4
4	Acero Inoxidable	0.7	17.000	0.00041	1000000	7000
R _{si}		0.10				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	11.4
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.2958
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	7354.00
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.303
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.924

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 = 0.303 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

3.2.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ_{si}) (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.

donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

φ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

φ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.924 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

3.2.5. 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.

Cubierta no transitable	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	φ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	11.70	1374.495	914.725	66.5	--	--
Interfase 1-2	11.75	1378.527	927.982	67.3	--	--
Interfase 2-3	11.78	1381.558	937.924	67.9	--	--
Interfase 3-4	19.74	2300.187	938.189	40.8	--	--
Cara interior	19.75	2300.337	1402.171	61.0	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

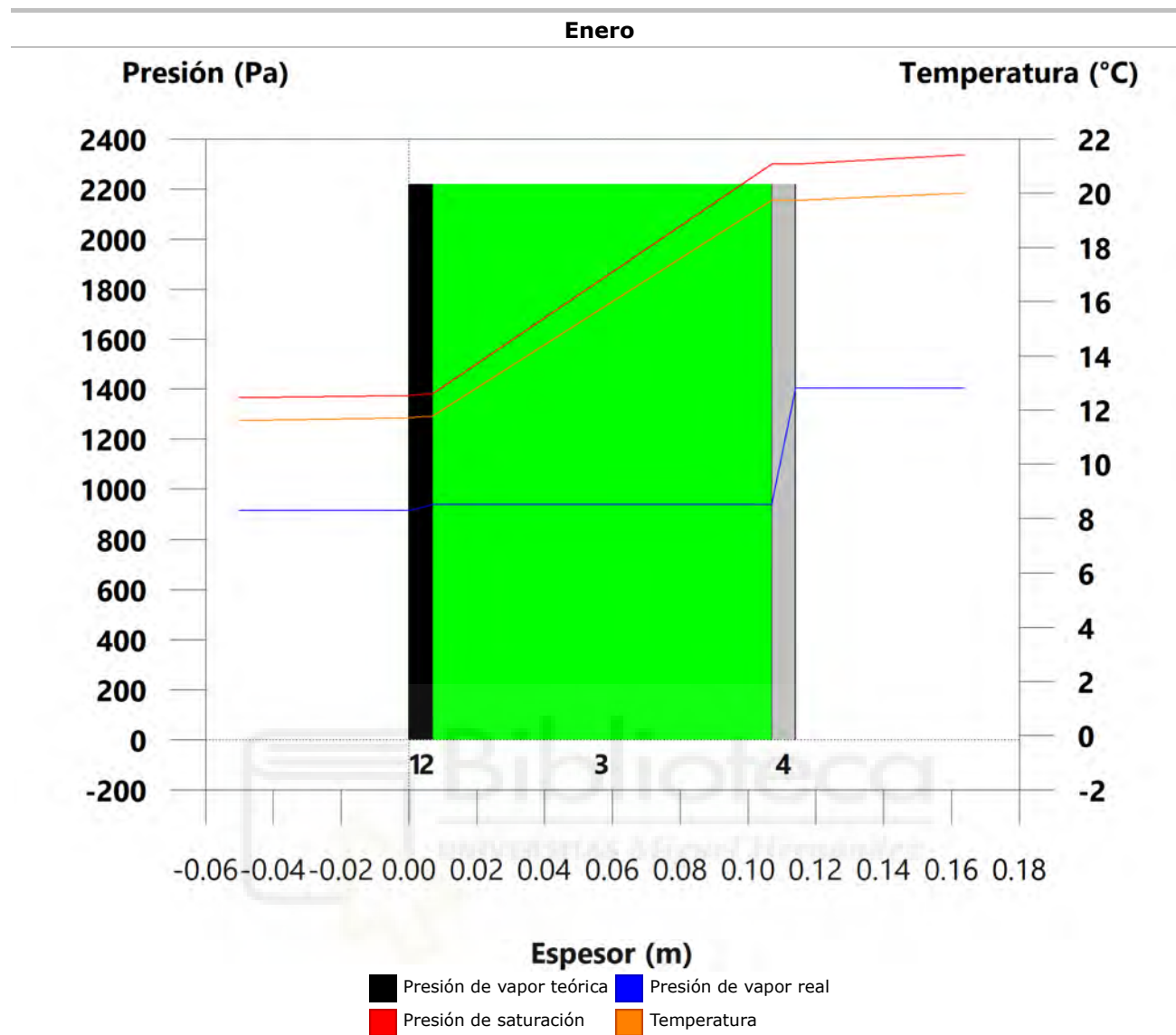
φ : Humedad relativa, %.

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)

3.2.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



3.3. Forjado entre pisos voladizo

3.3.1. Resultados del cálculo de condensaciones

3.3.1.1. Condensación superficial

$$f_{Rsi} = 0.917 \geq f_{Rsi, \min} = 0.606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

f_{Rsi} : Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0.330 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 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 $\phi_{si, cr} \leq 0.8$.

3.3.1.2. Condensación intersticial

El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

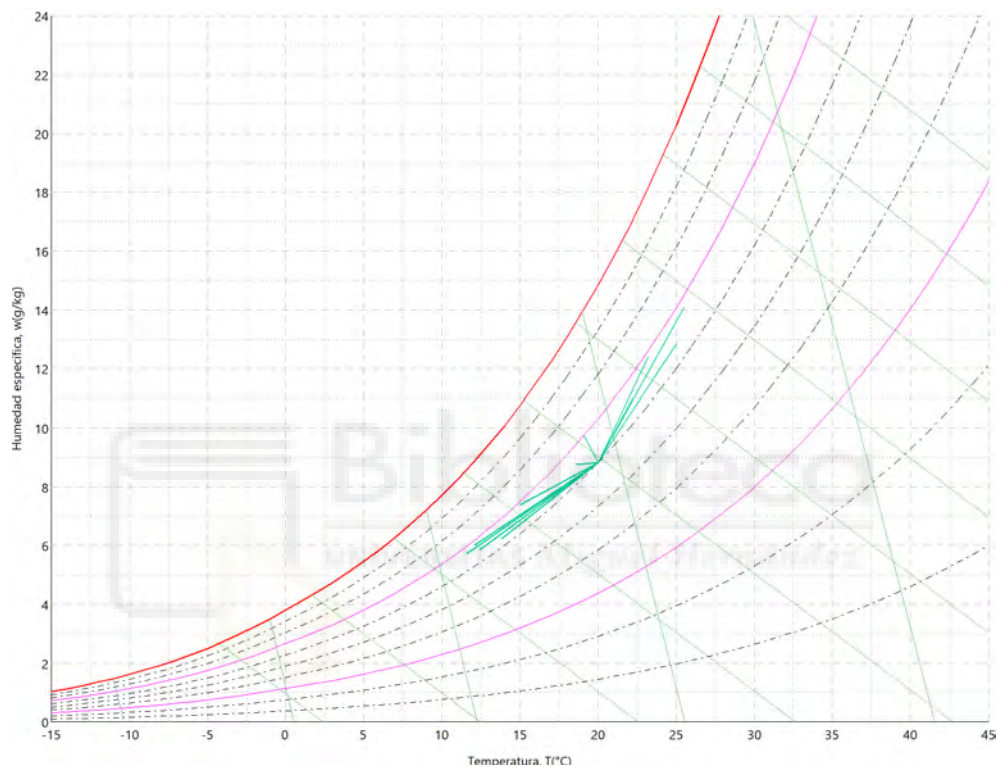
3.3.2. Condiciones higrotérmicas de cálculo

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												

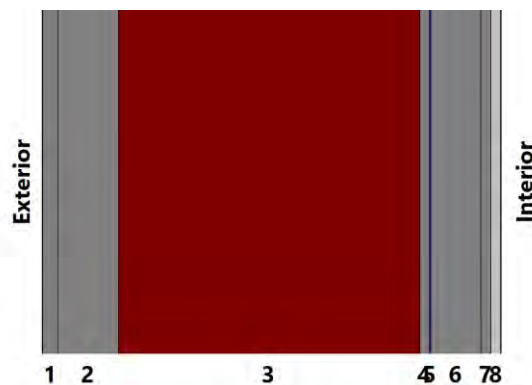
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura, θ_e	(°C)	11.6	12.4	13.8	15.7	18.6	22.2	25.0	25.5	23.2	19.1	15.0	12.1
Humedad relativa, ϕ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Humedad relativa, ϕ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **82 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



3.3.3. 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:

Forjado entre pisos voladizo		e (cm)	λ (W/m·K)	R (m ² ·K/W)	μ	S _d (m)
R _{se}		0.17				
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.5	0.550	0.02727	10	0.15
2	EPS-Grafirol TR-32 [0,032 [W/mK]] Valero	6.0	0.032	1.87500	30	1.8
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30.0	0.846	0.35461	10	3
4	EPS-Grafirol Termoimpact [0,030 [W/mK]] Valero	1.0	0.030	0.33333	40	0.4
5	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.1	0.330	0.00303	100000	100
6	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	5.0	0.700	0.07143	10	0.5
7	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0	0.550	0.01818	10	0.1
8	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	1.0	1.900	0.00526	20	0.2
R _{si}		0.17				

donde:

e: Espesor, cm.

 λ : Conductividad térmica del material, W/(m·K).R: Resistencia térmica del material, m²·K/W. μ : 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	45.6
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3.0281
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	106.15
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0.330
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0.917

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 = 0.330 W/m²·K y R_{si} = 0.25 m²·K/W.

3.3.4. 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 $\varphi_{si,cr} \leq 0.8$.

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

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P _i (Pa)	P _{sat} (θ_{si}) (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	f _{Rsi,min}
Enero	11.6	67.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.606
Febrero	12.4	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.564
Marzo	13.8	63.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.466
Abril	15.7	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.230
Mayo	18.6	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Junio	22.2	65.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Julio	25.0	64.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*

	θ_e (°C)	ϕ_e (%)	θ_i (°C)	ϕ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Agosto	25.5	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Septiembre	23.2	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	--*
Octubre	19.1	70.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.000
Noviembre	15.0	69.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.338
Diciembre	12.1	68.0	20.0	65.0	1519.02	1898.77	16.7	0.581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.
donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

ϕ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

ϕ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: 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 $f_{Rsi} = 0.917 > f_{Rsi,min} = 0.606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

3.3.5. 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.

Forjado entre pisos voladizo	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	ϕ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11.60	1365.261	914.725	67.0		
Cara exterior	12.07	1408.437	914.725	64.9	--	--
Interfase 1-2	12.15	1415.474	915.414	64.7	--	--
Interfase 2-3	17.35	1979.830	923.680	46.7	--	--
Interfase 3-4	18.33	2106.307	937.456	44.5	--	--
Interfase 4-5	19.26	2231.586	939.293	42.1	--	--
Interfase 5-6	19.27	2232.754	1398.497	62.6	--	--
Interfase 6-7	19.46	2260.445	1400.793	62.0	--	--
Interfase 7-8	19.51	2267.541	1401.252	61.8	--	--
Cara interior	19.53	2269.599	1402.171	61.8	--	--
Aire interior	20.00	2336.951	1402.171	60.0		

donde:

θ : Temperatura, °C.

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

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

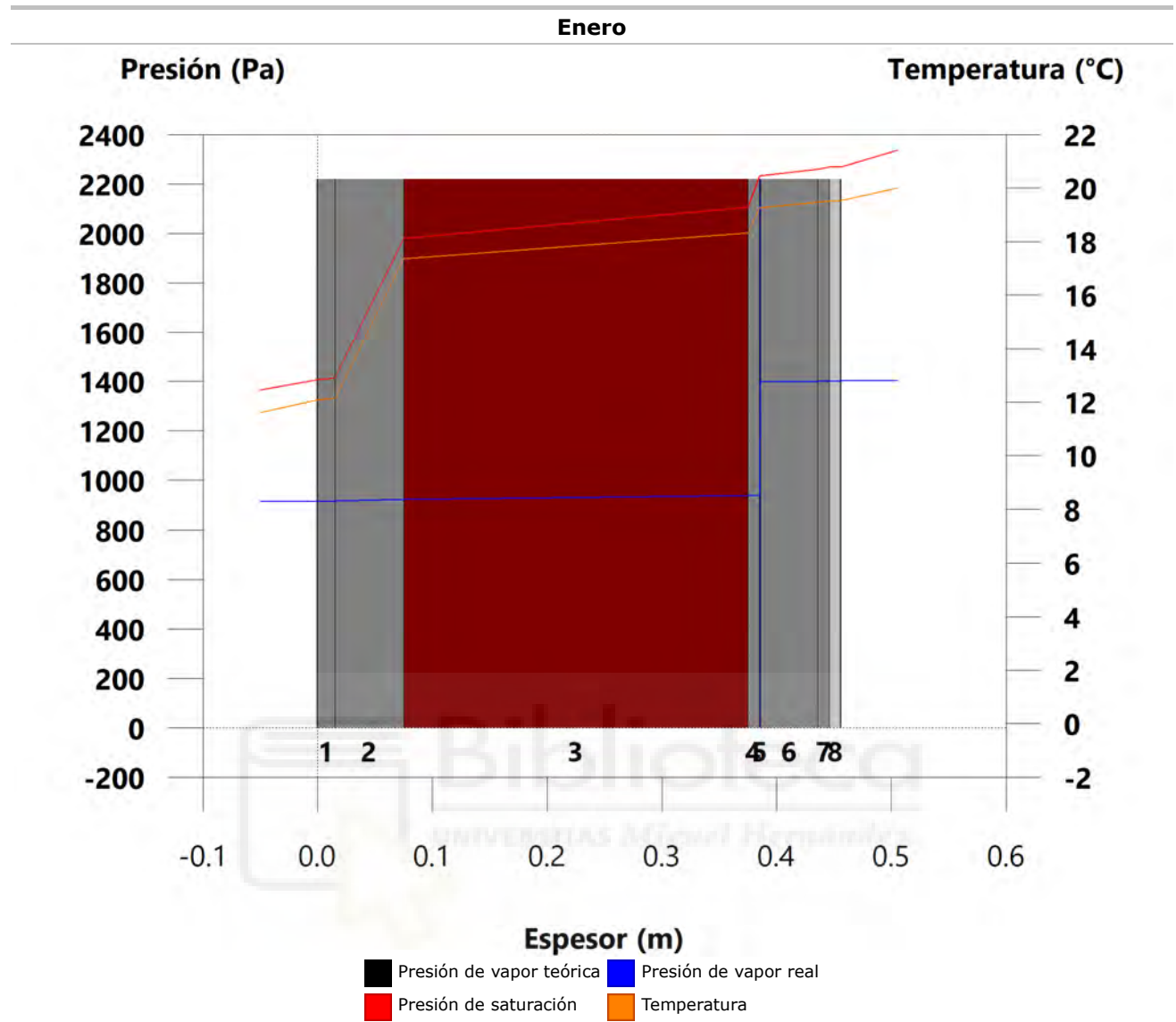
ϕ : Humedad relativa, %.

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)

3.3.6. Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas



ANEXO X: ESTUDIO DE MEDIDAS DE MEJORA

Estudio de medidas de mejora



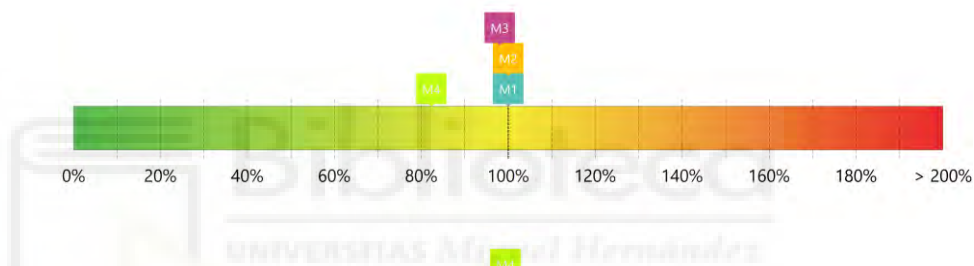
1. RESUMEN DE RESULTADOS	133
1.1. Análisis energético	112
1.2. Análisis económico	41
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO	134
2.1. Demanda energética del edificio.	112
2.2. Consumo de energía final y coste de la energía	49
2.2.1. Consumo de energía final desglosado por servicio técnico	112
2.2.2. Coste de la energía desglosado por servicio técnico	113
2.2.3. Consumo de energía final desglosado por vector energético	294
2.3. Consumo de energía primaria	256
2.4. Emisiones	258
2.5. Resultados numéricos de las alternativas de diseño	323
2.5.1. SR: Situación actual (Situación de referencia)	323
2.5.2. M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA	323
2.5.3. M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF	324
2.5.4. M3: MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR	324
2.5.5. M4: MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA	325
3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS	113
3.1. Costes y subvenciones	125
3.1.1. MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA	125
3.1.2. MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF	127
3.1.3. MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR	130
3.1.4. MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA	303
3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión	305
3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN	309
3.3.1. MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA	309
3.3.2. MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF	309
3.3.3. MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR	310
3.3.4. MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA	311

1. RESUMEN DE RESULTADOS

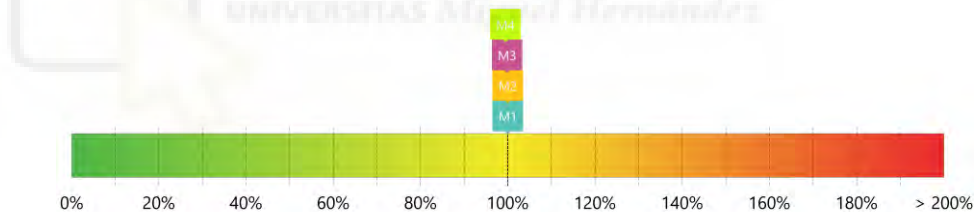
1.1. Análisis energético

Superficie útil (m²)	Demanda de calefacción (kWh/m²·Año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²·Año)		Consumo de energía final (kWh/m²·Año)		Consumo de energía primaria no renovable (kWh/m²·Año)		Emisiones (kg CO2/m²·Año)	
SR: Situación actual (Situación de referencia)										
1689.57	13.16	100.00%	12.98	100.00%	57.72	100.00%	32.65	100.00%	5.54	100.00%
M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA										
1689.57	13.16	100.00%	12.98	100.00%	57.73	100.02%	17.99	55.10%	3.05	55.05%
M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF										
1689.57	13.16	100.00%	12.98	100.00%	56.70	98.23%	15.47	47.38%	2.63	47.47%
M3: MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR										
1689.57	12.90	98.02%	12.96	99.85%	55.51	96.17%	13.00	39.82%	2.21	39.89%
M4: MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA										
1689.57	10.83	82.29%	12.91	99.46%	53.53	92.74%	12.12	37.12%	2.06	37.18%

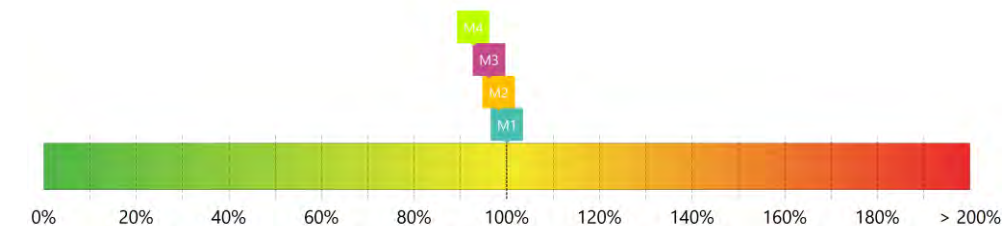
Demanda de calefacción



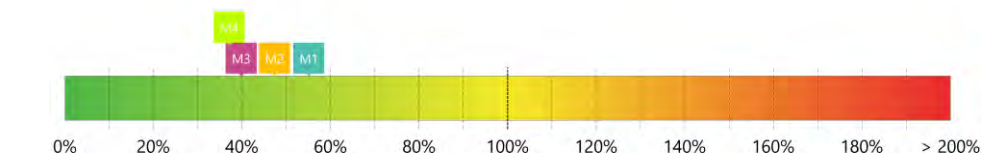
Demanda de refrigeración



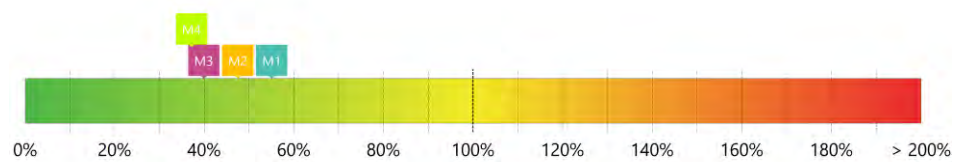
Consumo de energía final



Consumo de energía primaria no renovable

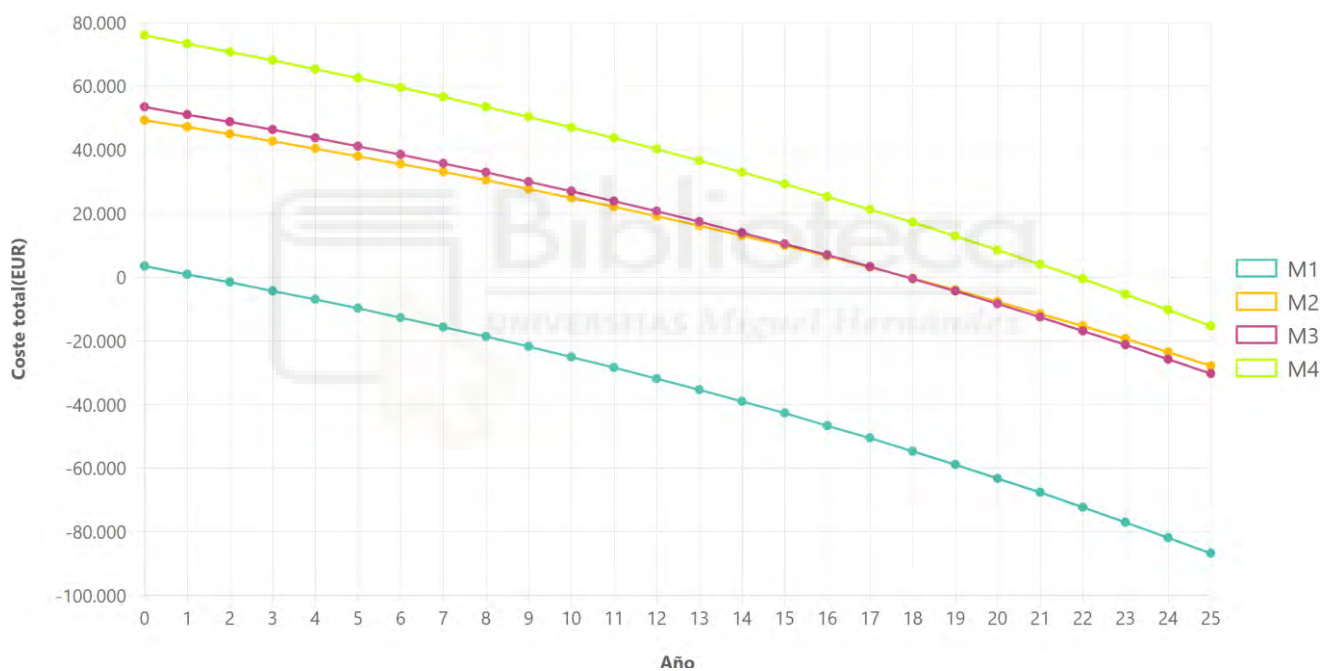


Emisiones



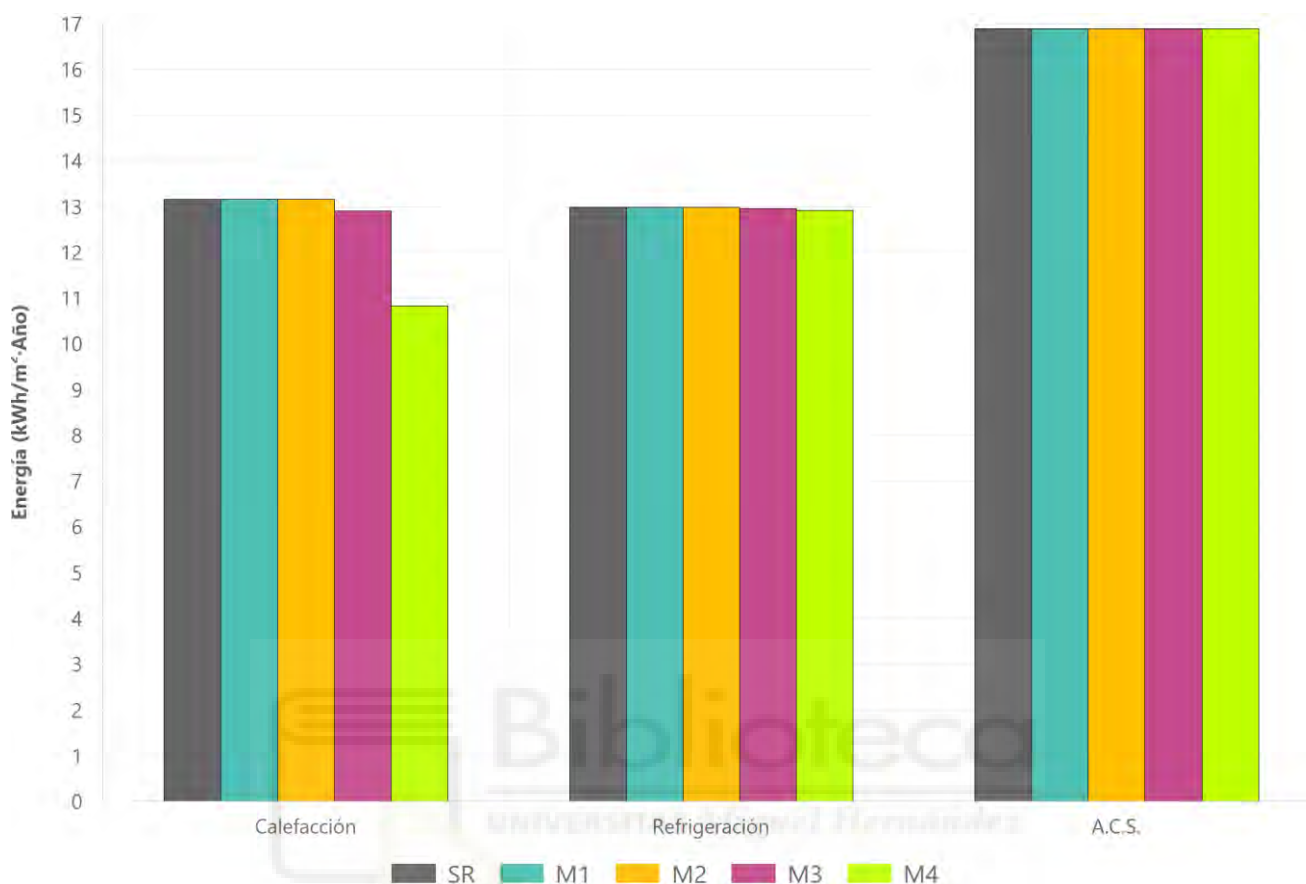
1.2. Análisis económico

Superficie útil (m ²)	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste de la energía (EUR/Año)	Ahorro neto (EUR/Año)	Recuperación de la inversión (Año)	VAN (Año)
SR: Situación actual (Situación de referencia)					
1689.57	-	7062.40	-	-	-
M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA					
1689.57	3420.71	3890.23	2422.17	34.30%	1.41
M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF					
1689.57	49320.71	3341.12	2071.28	29.33%	23.81
M3: MAE 1 + MAE 2 + MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR					
1689.57	53400.71	2813.13	2249.27	31.85%	23.74
M4: MAE 1 + MAE 2 + MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA					
1689.57	75840.71	2614.61	2447.79	34.66%	30.98



2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

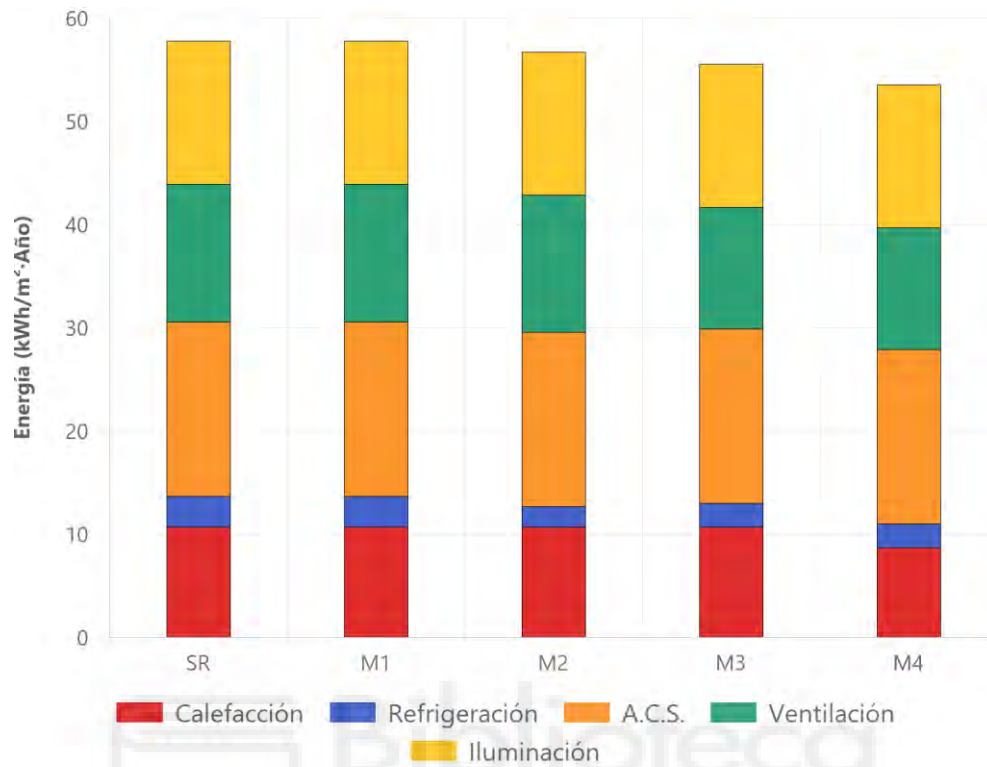
2.1. Demanda energética del edificio.



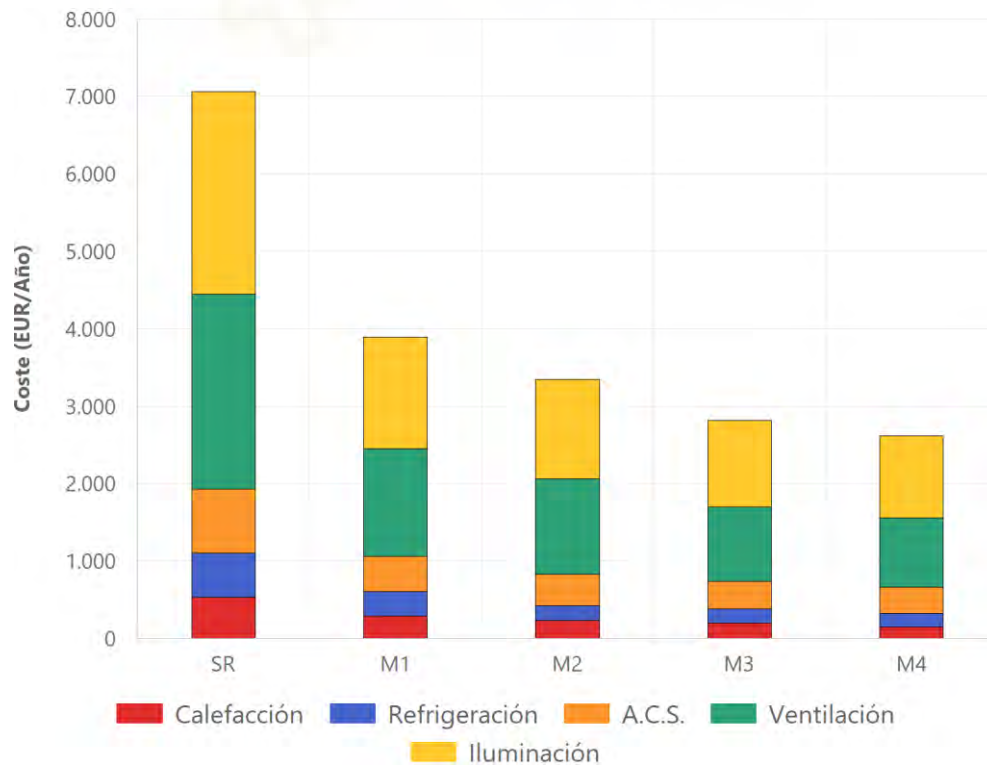
Superficie útil	Demanda de calefacción		Demanda de refrigeración		Demanda de ACS	
(m²)	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro
SR: Situación actual (Situación de referencia)						
1689.57	13.16	-	12.98	-	16.89	-
M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA						
1689.57	13.16	0.00%	12.98	0.00%	16.89	0.00%
M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF						
1689.57	13.16	0.00%	12.98	0.00%	16.89	0.00%
M3: MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR						
1689.57	12.90	1.98%	12.96	0.15%	16.89	0.00%
M4: MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA						
1689.57	10.83	17.71%	12.91	0.54%	16.89	0.00%

2.2. Consumo de energía final y coste de la energía

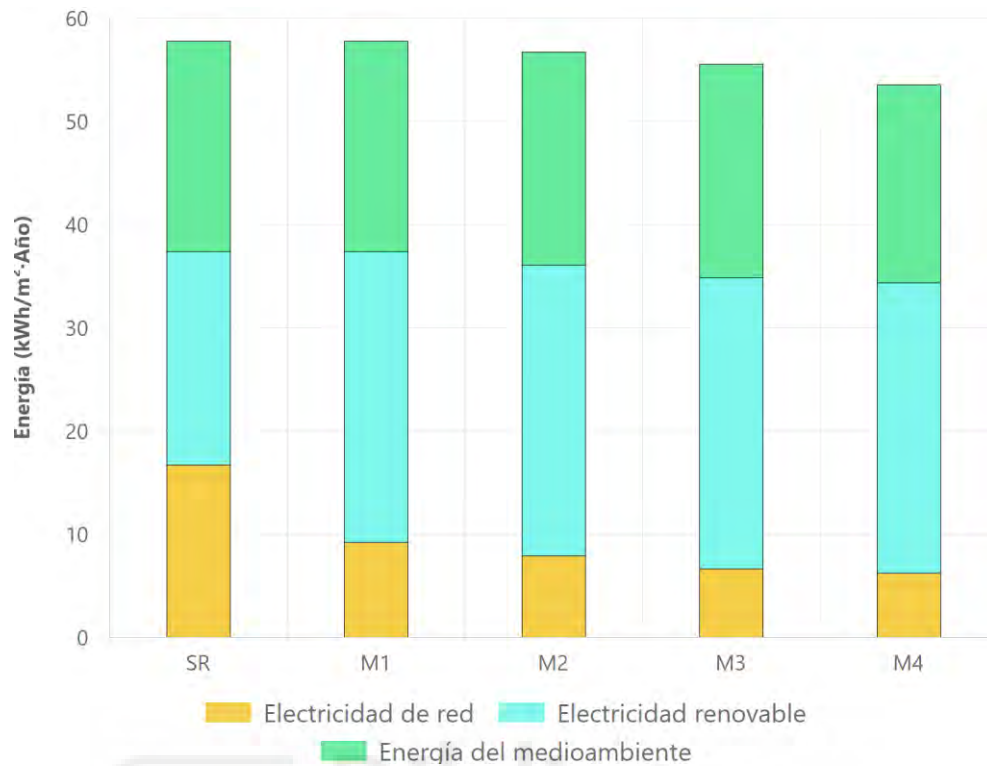
2.2.1. Consumo de energía final desglosado por servicio técnico



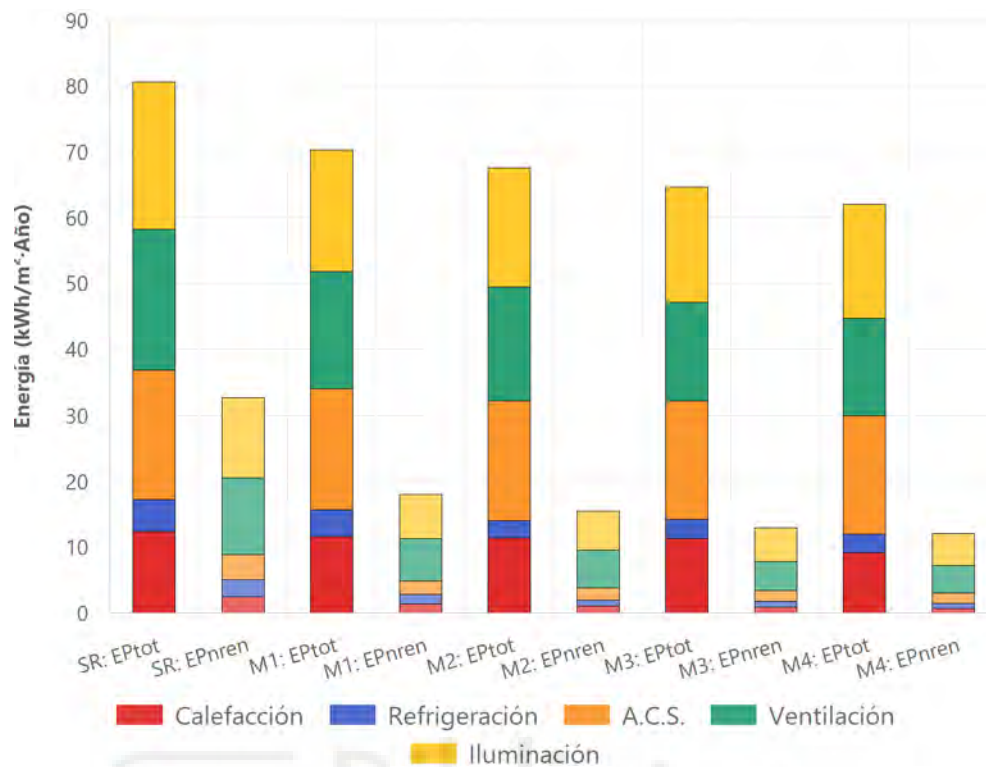
2.2.2. Coste de la energía desglosado por servicio técnico



2.2.3. Consumo de energía final desglosado por vector energético



2.3. Consumo de energía primaria

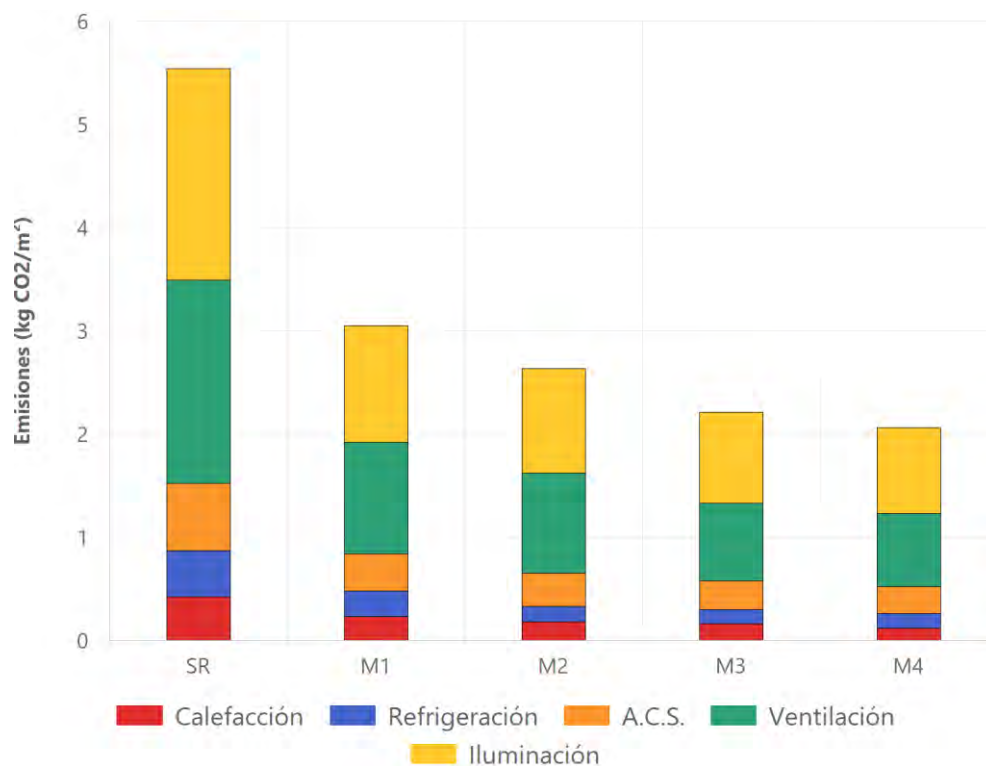


donde:

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total

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

2.4. Emisiones



2.5. Resultados numéricos de las alternativas de diseño

2.5.1. SR: Situación actual (Situación de referencia)

Edificio de uso terciario

		Energía final (kWh/m ² ·Año)	Coste de la energía (EUR/Año)	Energía primaria (kWh/m ² ·Año)	Energía primaria no renovable (kWh/m ² ·Año)	Emisiones (kg CO ₂ /m ² ·Año)
Superficie útil: 1689.57 m ²						
Calefacción	Electricidad de red	1.26	532.21	2.97	2.45	0.42
	Electricidad renovable	1.55	0.00	1.55	0.00	0.00
	Energía del medioambiente	7.86	0.00	7.86	0.00	0.00
	Total	10.67	532.21	12.38	2.45	0.42
Refrigeración	Electricidad de red	1.35	570.23	3.19	2.63	0.45
	Electricidad renovable	1.66	0.00	1.66	0.00	0.00
	Total	3.01	570.23	4.85	2.63	0.45
A.C.S.	Electricidad de red	1.96	827.89	4.64	3.83	0.65
	Electricidad renovable	2.42	0.00	2.42	0.00	0.00
	Energía del medioambiente	12.50	0.00	12.50	0.00	0.00
	Total	16.88	827.89	19.56	3.83	0.65
Ventilación	Electricidad de red	5.95	2513.24	14.08	11.62	1.97
	Electricidad renovable	7.35	0.00	7.35	0.00	0.00
	Total	13.30	2513.24	21.43	11.62	1.97
Iluminación	Electricidad de red	6.20	2618.83	14.69	12.12	2.05
	Electricidad renovable	7.66	0.00	7.66	0.00	0.00
	Total	13.86	2618.83	22.35	12.12	2.05
TOTAL		57.72	7062.40	80.57	32.65	5.54

2.5.2. M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA

- Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m².

		Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones	
Superficie útil: 1689.57 m ²		(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(kg CO ₂ /m ² ·Año)	Ahorro
Calefacción	Electricidad de red	0.69	45.24%	291.45	45.24%	1.64	44.78%	1.35	44.90%	0.23	45.24%
	Electricidad renovable	2.12	-36.77%	0.00	-	2.12	-36.77%	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	7.86	0.00%	0.00	-	7.86	0.00%	0.00	-	0.00	-
	Total	10.67	0.00%	291.45	45.24%	11.62	6.14%	1.35	44.90%	0.23	45.24%
Refrigeración	Electricidad de red	0.74	45.19%	312.57	45.19%	1.76	44.83%	1.45	44.87%	0.25	44.44%
	Electricidad renovable	2.27	-36.75%	0.00	-	2.27	-36.75%	0.00	-	0.00	-

Total		3.01	0.00%	312.57	45.19%	4.03	16.91%	1.45	44.87%	0.25	44.44%
A.C.S.	Electricidad de red	1.08	44.90%	456.18	44.90%	2.56	44.83%	2.11	44.91%	0.36	44.62%
	Electricidad renovable	3.30	-36.36%	0.00	-	3.30	-36.36%	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	12.50	0.00%	0.00	-	12.50	0.00%	0.00	-	0.00	-
	Total	16.88	0.00%	456.18	44.90%	18.36	6.13%	2.11	44.91%	0.36	44.62%
Ventilación	Electricidad de red	3.28	44.87%	1385.45	44.87%	7.76	44.89%	6.40	44.92%	1.08	45.18%
	Electricidad renovable	10.02	-36.33%	0.00	-	10.02	-36.33%	0.00	-	0.00	-
	Total	13.30	0.00%	1385.45	44.87%	17.78	17.03%	6.40	44.92%	1.08	45.18%
	Total	13.30	0.00%	1385.45	44.87%	17.78	17.03%	6.40	44.92%	1.08	45.18%
Iluminación	Electricidad de red	3.42	44.84%	1444.58	44.84%	8.09	44.93%	6.68	44.88%	1.13	44.88%
	Electricidad renovable	10.45	-36.42%	0.00	-	10.45	-36.42%	0.00	-	0.00	-
	Total	13.87	-0.07%	1444.58	44.84%	18.54	17.05%	6.68	44.88%	1.13	44.88%
	Total	13.87	-0.07%	1444.58	44.84%	18.54	17.05%	6.68	44.88%	1.13	44.88%
TOTAL		57.73	-0.02%	3890.23	44.92%	70.33	12.71%	17.99	44.90%	3.05	44.95%

2.5.3. M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF

- Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m².

- Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF de la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2 .

		Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones	
		Superficie útil: 1689.57 m ²	(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(kWh/m ² ·Año)	Ahorro	(kg CO2/m ² ·Año)
Calefacción	Electricidad de red	0.55	56.35%	232.32	56.35%	1.31	55.89%	1.08	55.92%	0.18	57.14%
	Electricidad renovable	1.97	-27.10%	0.00	-	1.97	-27.10%	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	8.14	-3.56%	0.00	-	8.14	-3.56%	0.00	-	0.00	-
	Total	10.66	0.09%	232.32	56.35%	11.42	7.75%	1.08	55.92%	0.18	57.14%
Refrigeración	Electricidad de red	0.44	67.41%	185.85	67.41%	1.04	67.40%	0.86	67.30%	0.15	66.67%
	Electricidad renovable	1.56	6.02%	0.00	-	1.56	6.02%	0.00	-	0.00	-
	Total	2.00	33.55%	185.85	67.41%	2.60	46.39%	0.86	67.30%	0.15	66.67%
	Total	2.00	33.55%	185.85	67.41%	2.60	46.39%	0.86	67.30%	0.15	66.67%
A.C.S.	Electricidad de red	0.96	51.02%	405.50	51.02%	2.28	50.86%	1.88	50.91%	0.32	50.77%
	Electricidad renovable	3.42	-41.32%	0.00	-	3.42	-41.32%	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	12.50	0.00%	0.00	-	12.50	0.00%	0.00	-	0.00	-
	Total	16.88	0.00%	405.50	51.02%	18.20	6.95%	1.88	50.91%	0.32	50.77%
Ventilación	Electricidad de red	2.92	50.92%	1233.39	50.92%	6.91	50.92%	5.70	50.95%	0.97	50.76%
	Electricidad renovable	10.38	-41.22%	0.00	-	10.38	-41.22%	0.00	-	0.00	-
	Total	13.30	0.00%	1233.39	50.92%	17.29	19.32%	5.70	50.95%	0.97	50.76%
	Total	13.30	0.00%	1233.39	50.92%	17.29	19.32%	5.70	50.95%	0.97	50.76%
Iluminación	Electricidad de red	3.04	50.97%	1284.07	50.97%	7.21	50.92%	5.95	50.91%	1.01	50.73%
	Electricidad renovable	10.82	-41.25%	0.00	-	10.82	-41.25%	0.00	-	0.00	-
	Total	13.86	0.00%	1284.07	50.97%	18.03	19.33%	5.95	50.91%	1.01	50.73%
	Total	13.86	0.00%	1284.07	50.97%	18.03	19.33%	5.95	50.91%	1.01	50.73%
TOTAL		56.70	1.77%	3341.12	52.69%	67.54	16.17%	15.47	52.62%	2.63	52.53%

2.5.4. M3: MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA , SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR

- Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m².
- Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF de la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2 .
- Se incorpora un recuperador S&P RHE 6000 en sustitución del Siberduo HE 6000 en la zona de uso de 8 horas.

	Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones		
	Superficie útil: 1689.57 m²	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kg CO2/m² ·Año)	
Calefacción	Electricidad de red	0.47	62.70%	198.52	62.70%	1.12	62.29%	0.92	62.45%	0.16	61.90%
	Electricidad renovable	2.00	-29.03%	0.00	-	2.00	-29.03%	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	8.21	-4.45%	0.00	-	8.21	-4.45%	0.00	-	0.00	-
	Total	10.68	-0.09%	198.52	62.70%	11.33	8.48%	0.92	62.45%	0.16	61.90%
Refrigeración	Electricidad de red	0.44	67.41%	185.85	67.41%	1.03	67.71%	0.85	67.68%	0.14	68.89%
	Electricidad renovable	1.84	-10.84%	0.00	-	1.84	-10.84%	0.00	-	0.00	-
	Total	2.28	24.25%	185.85	67.41%	2.87	40.82%	0.85	67.68%	0.14	68.89%
	A.C.S.	Electricidad de red	0.84	57.14%	354.81	57.14%	1.99	57.11%	1.64	57.18%	0.28
Electricidad renovable		3.54	-46.28%	0.00	-	3.54	-46.28%	0.00	-	0.00	-
Energía del medioambiente		12.50	0.00%	0.00	-	12.50	0.00%	0.00	-	0.00	-
Total		16.88	0.00%	354.81	57.14%	18.03	7.82%	1.64	57.18%	0.28	56.92%
Ventilación	Electricidad de red	2.26	62.02%	954.61	62.02%	5.35	62.00%	4.41	62.05%	0.75	61.93%
	Electricidad renovable	9.55	-29.93%	0.00	-	9.55	-29.93%	0.00	-	0.00	-
	Total	11.81	11.20%	954.61	62.02%	14.90	30.47%	4.41	62.05%	0.75	61.93%
	Iluminación	Electricidad de red	2.65	57.26%	1119.34	57.26%	6.28	57.25%	5.18	57.26%	0.88
Electricidad renovable		11.21	-46.34%	0.00	-	11.21	-46.34%	0.00	-	0.00	-
Total		13.86	-0.00%	1119.34	57.26%	17.49	21.74%	5.18	57.26%	0.88	57.07%
TOTAL		55.51	3.83%	2813.13	60.17%	64.62	19.80%	13.00	60.18%	2.21	60.11%

2.5.5. M4: MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA

- Añadir la instalación fotovoltaica de 12 paneles de 650 Wp que se ubicarán en la cubierta no transitable y que ocuparán una superficie total de 32,41 m².
- Se sustituye el sistema de climatización mediante enfriadora modular inverter por un sistema VRF de la casa MITSUBISHI cuyo nombre comercial es PUHY-P900YSNW-A2.
- Se incorpora un recuperador S&P RHE 6000 en sustitución del Siberduo HE 6000 en la zona de uso de 8 horas.
- Refuerzo del aislamiento en varios elementos opacos de la envolvente, sustitución fracción acristalada con transmitancia térmica de K1,1 W/m²·K y factor solar del 58 % y fracción opaca con transmitancia térmica de 1,2 W/ m²·K y fracción opaca del hueco de 0,6.

	Superficie útil: 1689.57 m²	Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones	
		(kWh/m²·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kg CO2/m² ·Año)	Ahorro
Calefacción	Electricidad de red	0.36	71.43%	152.06	71.43%	0.86	71.04%	0.71	71.02%	0.12	71.43%
	Electricidad renovable	1.65	-6.45%	0.00	-	1.65	-6.45%	0.00	-	0.00	-

Energía del medioambiente		6.70	14.76%	0.00	-	6.70	14.76%	0.00	-	0.00	-
Total		8.71	18.37%	152.06	71.43%	9.21	25.61%	0.71	71.02%	0.12	71.43%
Electricidad de red		0.41	69.63%	173.18	69.63%	0.97	69.59%	0.80	69.58%	0.14	68.89%
Electricidad renovable		1.86	-12.05%	0.00	-	1.86	-12.05%	0.00	-	0.00	-
Refrigeración											
Total		2.27	24.58%	173.18	69.63%	2.83	41.65%	0.80	69.58%	0.14	68.89%
Electricidad de red		0.79	59.69%	333.69	59.69%	1.88	59.48%	1.55	59.53%	0.26	60.00%
Electricidad renovable		3.59	-48.35%	0.00	-	3.59	-48.35%	0.00	-	0.00	-
Energía del medioambiente		12.50	0.00%	0.00	-	12.50	0.00%	0.00	-	0.00	-
A.C.S.											
Total		16.88	0.00%	333.69	59.69%	17.97	8.13%	1.55	59.53%	0.26	60.00%
Electricidad de red		2.13	64.20%	899.70	64.20%	5.05	64.13%	4.17	64.11%	0.71	63.96%
Electricidad renovable		9.68	-31.70%	0.00	-	9.68	-31.70%	0.00	-	0.00	-
Ventilación											
Total		11.81	11.20%	899.70	64.20%	14.73	31.26%	4.17	64.11%	0.71	63.96%
Electricidad de red		2.50	59.68%	1055.98	59.68%	5.93	59.63%	4.89	59.65%	0.83	59.51%
Electricidad renovable		11.36	-48.30%	0.00	-	11.36	-48.30%	0.00	-	0.00	-
Iluminación											
Total		13.86	0.00%	1055.98	59.68%	17.29	22.64%	4.89	59.65%	0.83	59.51%
TOTAL		53.53	7.26%	2614.61	62.98%	62.03	23.01%	12.12	62.88%	2.06	62.82%



3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

3.1. Costes y subvenciones

3.1.1. MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1.1.1. Costes de inversión

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Importe (EUR)
Presupuesto de ejecución				
Placas		12.00	279.47	3353.64
Total presupuesto				3353.64
Costes asociados				
Costes indirectos	%	2.00	-	67.07
Total costes asociados				67.07
COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN				3420.71

3.1.1.2. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/Año)
Placas	750.00
Total	750.00

3.1.2. MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF

3.1.2.1. Costes de inversión

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Importe (EUR)
Presupuesto de ejecución				
Placas		12.00	279.47	3353.64
Sistema VRF		1.00	45000.00	45000.00
Total presupuesto				48353.64
Costes asociados				
Costes indirectos	%	2.00	-	967.07
Total costes asociados				967.07
COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN				49320.71

3.1.2.2. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/Año)
Placas	750.00
VRF	900.00
Total	1650.00

3.1.3. MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR

3.1.3.1. Costes de inversión

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Importe (EUR)
Presupuesto de ejecución				
Placas		12.00	279.47	3353.64

Sistema VRF	1.00	45000.00	45000.00
Recuperador de calor (1 zona)	1.00	4000.00	4000.00
Total presupuesto			52353.64
Costes asociados			
Costes indirectos	%	2.00	-
Total costes asociados			1047.07
COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN			53400.71

3.1.3.2. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/Año)
Placas	750.00
Sistema VRF	900.00
Recuperador de calor	350.00
Total	2000.00

3.1.4. MAE 1 + MAE 2 + MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA , SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA

3.1.4.1. Costes de inversión

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Importe (EUR)
Presupuesto de ejecución				
Placas		12.00	279.47	3353.64
Sistema VRF		1.00	45000.00	45000.00
Recuperador de calor (1 zona)		1.00	4000.00	4000.00
Cambios envolvente		1.00	22000.00	22000.00
Total presupuesto				74353.64
Costes asociados				
Costes indirectos	%	2.00	-	1487.07
Total costes asociados				1487.07
COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN				75840.71

3.1.4.2. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/Año)
Placas	750.00
Sistema VRF	900.00
Recuperador de calor	350.00
Total	2000.00

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

Si se ha asignado un coste de inversión a la situación de referencia, se considerará la diferencia de costes entre la medida de mejora y la situación de referencia.

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	
Inversión (EUR)	Subvenciones (EUR)	Coste neto (EUR)	Coste de la energía (EUR/Año)	Ahorro (EUR)	Mantenimiento (EUR/Año)	Ahorro neto (EUR/Año)	(Año)
SR: Situación actual (Situación de referencia)							
-	-	-	7062.40	-	-	-	-
M1: MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA							
3420.71	0.00	3420.71	3890.23	3172.17	750.00	2422.17	1.41
M2: MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF							
49320.71	0.00	49320.71	3341.12	3721.28	1650.00	2071.28	23.81
M3: MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA , SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR							
53400.71	0.00	53400.71	2813.13	4249.27	2000.00	2249.27	23.74
M4: MAE 1 + MAE 2 +MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA , SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA							
75840.71	0.00	75840.71	2614.61	4447.79	2000.00	2447.79	30.98

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.

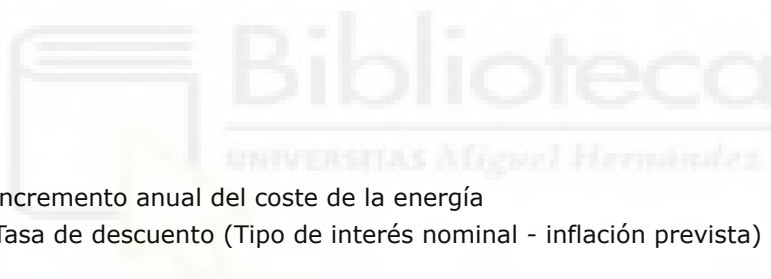
Este criterio está basado en la determinación de los beneficios futuros a partir de la variación de los tipos de interés en el tiempo y de los flujos de caja generados por el proyecto. El resultado se indica como la diferencia entre los beneficios futuros y el coste neto de la inversión.

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

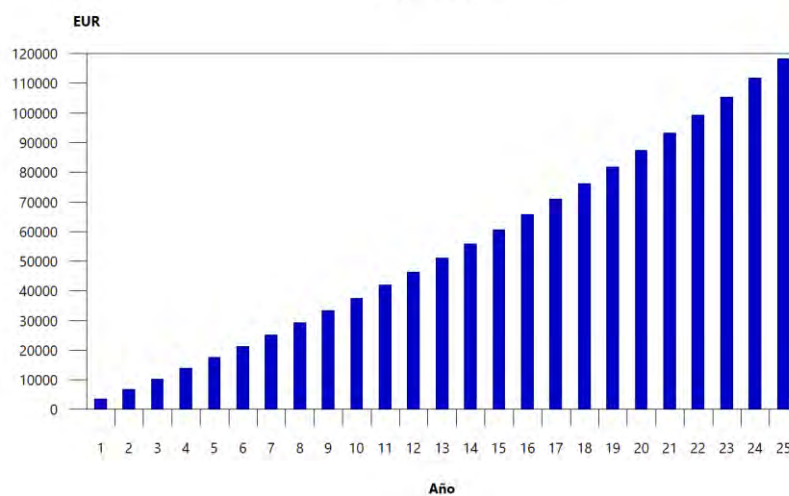
El cálculo dinámico (VAN) determina el coste neto de la inversión como el sumatorio de los costes de las medidas de mejora menos el importe de las subvenciones y deducciones relacionadas con dichas medidas de mejora.

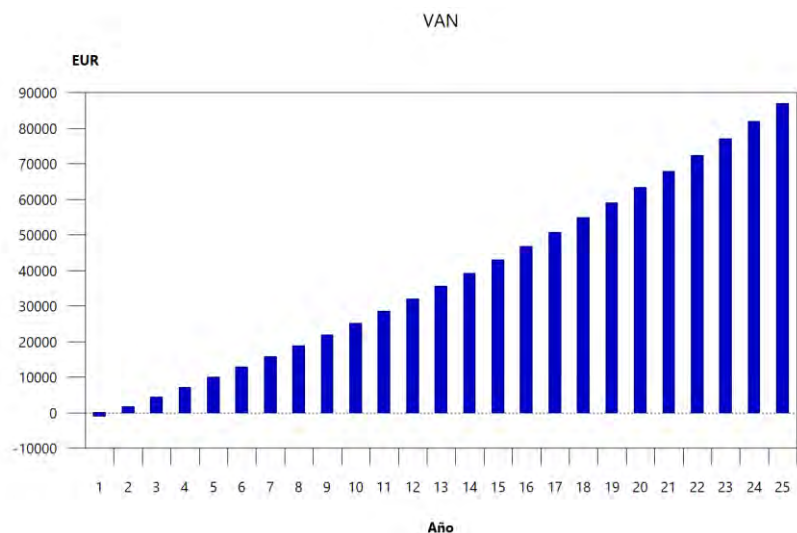
Incremento anual del coste de la energía	5.00%
Tasa de descuento	2.00%
Inflación prevista	5.00%
Tipo de interés nominal	2.00%

3.3.1. MAE 1: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA

Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-3420.71
1	3265.47	3265.47	772.06	772.06	-927.30
2	3361.51	6626.98	794.77	1566.83	1639.44
3	3460.38	10087.35	818.14	2384.97	4281.67
4	3562.15	13649.51	842.20	3227.17	7001.62
5	3666.92	17316.43	866.98	4094.15	9801.57
6	3774.77	21091.20	892.47	4986.62	12683.87
7	3885.80	24977.00	918.72	5905.35	15650.94
8	4000.08	28977.09	945.75	6851.09	18705.28
9	4117.73	33094.82	973.56	7824.65	21849.45
10	4238.84	37333.66	1002.20	8826.85	25086.10
11	4363.52	41697.18	1031.67	9858.52	28417.94
12	4491.85	46189.03	1062.02	10920.54	31847.78
13	4623.97	50813.00	1093.25	12013.79	35378.50
14	4759.97	55572.97	1125.41	13139.19	39013.06
15	4899.97	60472.93	1158.51	14297.70	42754.52
16	5044.08	65517.02	1192.58	15490.28	46606.02
17	5192.44	70709.45	1227.66	16717.93	50570.81
18	5345.16	76054.61	1263.76	17981.70	54652.20
19	5502.37	81556.98	1300.93	19282.63	58853.63
20	5664.20	87221.18	1339.19	20621.82	63178.64
21	5830.80	93051.97	1378.58	22000.41	67630.85
22	6002.29	99054.26	1419.13	23419.54	72214.01
23	6178.83	105233.09	1460.87	24880.41	76931.97
24	6360.56	111593.65	1503.84	26384.24	81788.69
25	6547.63	118141.28	1548.07	27932.31	86788.26

Ahorros futuros

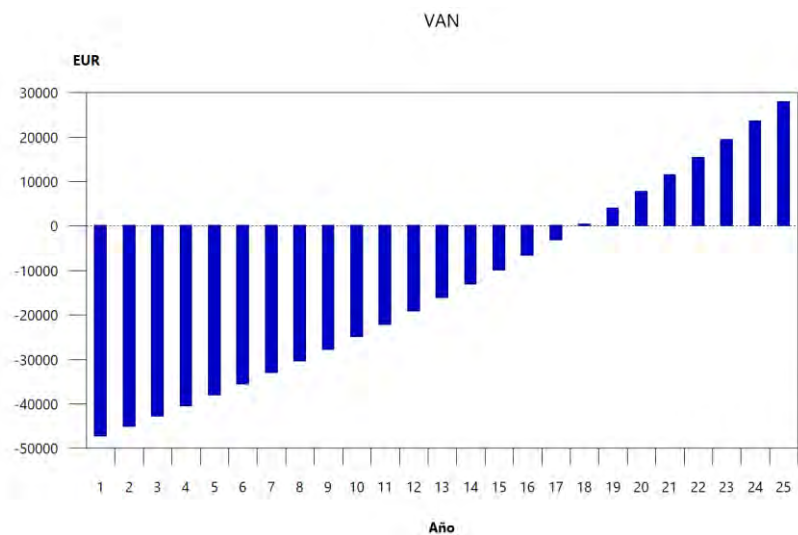




3.3.2. MAE 1 + MAE 2: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA Y SISTEMA VRF

Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-49320.71
1	3830.73	3830.73	1698.53	1698.53	-47188.51
2	3943.40	7774.12	1748.49	3447.02	-44993.61
3	4059.38	11833.50	1799.91	5246.93	-42734.14
4	4178.77	16012.27	1852.85	7099.78	-40408.22
5	4301.68	20313.95	1907.35	9007.13	-38013.89
6	4428.20	24742.15	1963.44	10970.57	-35549.14
7	4558.44	29300.58	2021.19	12991.76	-33011.89
8	4692.51	33993.09	2080.64	15072.40	-30400.02
9	4830.52	38823.62	2141.84	17214.24	-27711.34
10	4972.60	43796.21	2204.83	19419.07	-24943.57
11	5118.85	48915.07	2269.68	21688.75	-22094.40
12	5269.41	54184.47	2336.43	24025.18	-19161.42
13	5424.39	59608.86	2405.15	26430.33	-16142.19
14	5583.93	65192.79	2475.89	28906.23	-13034.15
15	5748.16	70940.95	2548.71	31454.94	-9834.70
16	5917.23	76858.18	2623.67	34078.61	-6541.15
17	6091.26	82949.44	2700.84	36779.45	-3150.73
18	6270.42	89219.85	2780.28	39559.73	339.41
19	6454.84	95674.70	2862.05	42421.78	3932.20
20	6644.69	102319.38	2946.23	45368.01	7630.66
21	6840.12	109159.51	3032.88	48400.90	11437.90
22	7041.30	116200.81	3122.09	51522.98	15357.11
23	7248.40	123449.20	3213.91	54736.89	19391.60
24	7461.59	130910.79	3308.44	58045.33	23544.75
25	7681.04	138591.84	3405.74	61451.07	27820.05

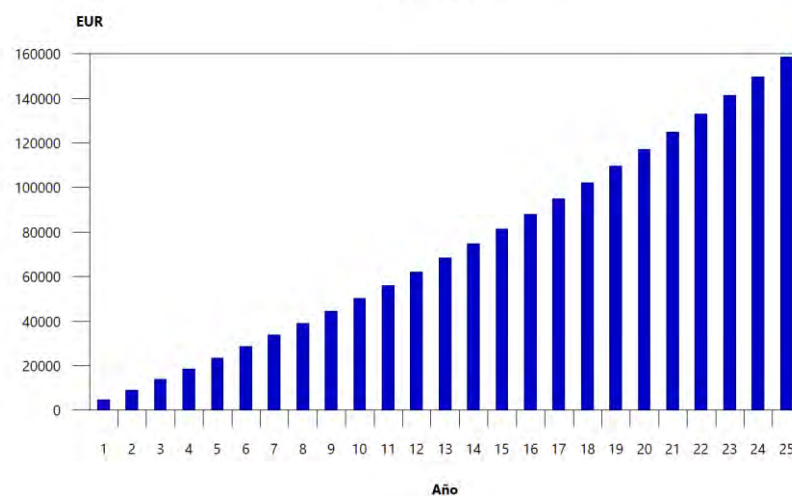


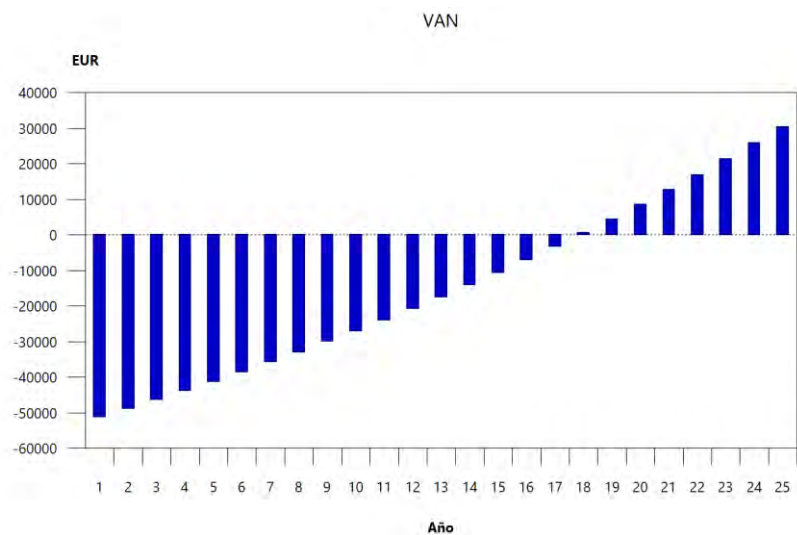


3.3.3. MAE 1 + MAE 2+ MAE 3: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF Y RECUPERADOR DE CALOR

Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-53400.71
1	4374.25	4374.25	2058.82	2058.82	-51085.29
2	4502.90	8877.15	2119.38	4178.20	-48701.77
3	4635.34	13512.49	2181.71	6359.91	-46248.14
4	4771.67	18284.16	2245.88	8605.79	-43722.34
5	4912.02	23196.18	2311.94	10917.73	-41122.26
6	5056.49	28252.67	2379.93	13297.66	-38445.71
7	5205.21	33457.87	2449.93	15747.59	-35690.43
8	5358.30	38816.18	2521.99	18269.58	-32854.12
9	5515.90	44332.07	2596.16	20865.74	-29934.38
10	5678.13	50010.21	2672.52	23538.27	-26928.77
11	5845.14	55855.34	2751.13	26289.39	-23834.76
12	6017.05	61872.39	2832.04	29121.43	-20649.75
13	6194.02	68066.42	2915.34	32036.77	-17371.07
14	6376.20	74442.62	3001.08	35037.85	-13995.95
15	6563.74	81006.35	3089.35	38127.20	-10521.56
16	6756.79	87763.14	3180.21	41307.41	-6944.98
17	6955.52	94718.65	3273.75	44581.16	-3263.22
18	7160.09	101878.74	3370.03	47951.19	526.84
19	7370.68	109249.43	3469.15	51420.34	4428.37
20	7587.47	116836.89	3571.19	54991.53	8444.65
21	7810.63	124647.52	3676.22	58667.75	12579.05
22	8040.35	132687.87	3784.35	62452.10	16835.06
23	8276.83	140964.70	3895.65	66347.75	21216.24
24	8520.27	149484.97	4010.23	70357.98	25726.28
25	8770.86	158255.83	4128.18	74486.15	30368.97

Ahorros futuros





3.3.4. MAE 1 + MAE 2 + MAE 3 + MAE 4: AMPLIACIÓN FOTOVOLTAICA, SISTEMA VRF, RECUPERADOR DE CALOR Y CAMBIOS ENVOLVENTE TÉRMICA

Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-75840.71
1	4578.61	4578.61	2058.82	2058.82	-73320.93
2	4713.28	9291.89	2119.38	4178.20	-70727.03
3	4851.90	14143.79	2181.71	6359.91	-68056.84
4	4994.60	19138.39	2245.88	8605.79	-65308.11
5	5141.50	24279.90	2311.94	10917.73	-62478.54
6	5292.73	29572.62	2379.93	13297.66	-59565.75
7	5448.39	35021.01	2449.93	15747.59	-56567.29
8	5608.64	40629.65	2521.99	18269.58	-53480.64
9	5773.60	46403.25	2596.16	20865.74	-50303.20
10	5943.41	52346.67	2672.52	23538.27	-47032.31
11	6118.22	58464.89	2751.13	26289.39	-43665.22
12	6298.17	64763.05	2832.04	29121.43	-40199.09
13	6483.41	71246.46	2915.34	32036.77	-36631.02
14	6674.09	77920.55	3001.08	35037.85	-32958.01
15	6870.39	84790.94	3089.35	38127.20	-29176.97
16	7072.46	91863.40	3180.21	41307.41	-25284.72
17	7280.48	99143.88	3273.75	44581.16	-21277.99
18	7494.61	106638.49	3370.03	47951.19	-17153.42
19	7715.04	114353.52	3469.15	51420.34	-12907.53
20	7941.95	122295.47	3571.19	54991.53	-8536.77
21	8175.54	130471.01	3676.22	58667.75	-4037.46
22	8415.99	138887.00	3784.35	62452.10	594.19
23	8663.52	147550.52	3895.65	66347.75	5362.06
24	8918.33	156468.86	4010.23	70357.98	10270.17
25	9180.64	165649.49	4128.18	74486.15	15322.63

Ahorros futuros

