



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

ESTUDIO DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN CENTRO CÍVICO CULTURAL EN EL CABAÑAL NZEB

AUTOR: BENLLOCH CABALLERO, JOSÉ MARÍA

TUTOR: MOLINES CANO, JOSE MIGUEL

COTUTORA: APARICIO FERNANDEZ, CAROLINA SABINA

Curso Académico: 2018-19

AGRADECIMIENTOS

*A Flor, por perdonar mi ausencia
mientras escribía este trabajo.*

RESUMEN

Este trabajo es un Centro Cívico Cultural en el Cabañal ideado por la UTE Centro Cívico Cultural Cabañal, un equipo formado por diferentes estudios de arquitectura e ingeniería que se han unido para trabajar en este proyecto.

El contenido de este trabajo consta de dos partes. La primera parte consiste en la evaluación energética del edificio ejecutado con soluciones constructivas y unas instalaciones térmicas convencionales. En este sentido, se hará la simulación energética del edificio determinando aquellos elementos que se puedan mejorar.

En la segunda parte, se tratarán los resultados obtenidos del análisis convencional, y con ellos se propondrán medidas de mejora adecuadas al edificio. Estas medidas de mejora se irán exponiendo una detrás de otra para observar qué influencia tiene cada una de ellas por separado. Las propuestas de mejora irán encaminadas a reducir el consumo de energía del edificio y sus emisiones de CO₂ hasta que sean casi nulas, y en promover el uso de energías renovables para abastecer las demandas del edificio.

En consecuencia, el estudio aplicará los criterios de nZEB, con el fin de considerar que el edificio tiene un Consumo de Energía Casi Nulo.

Palabras Clave: Simulación energética de edificios, HULC, Calener GT, nZEB, Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, reducción de consumo de energía en edificación, eficiencia energética en edificación.

RESUM

Aquest treball és un Centre Cívico Cultural en el Cabanyal ideat per la UTE Centre Cívico Cultural Cabanyal, un equip format per diferents estudis d'arquitectura i enginyeria que s'han unit per a treballar en aquest projecte.

El contingut d'aquest treball consta de dues parts. La primera part consisteix en l'avaluació energètica de l'edifici executat amb solucions constructives i unes instal·lacions tèrmiques convencionals. En aquest sentit, es farà la simulació energètica de l'edifici determinant aquells elements que es puguin millorar.

En la segona part, es tractaran els resultats obtinguts de l'anàlisi convencional, i amb ells es proposaran mesures de millora adequades a l'edifici. Aquestes mesures de millora s'aniran exposant una darrere d'una altra per a observar quina influència té cadascuna d'elles per separat. Les propostes de millora aniran encaminades a reduir el consum d'energia de l'edifici i les seues emissions de CO₂ fins que siguin quasi nul·les, i a promoure l'ús d'energies renovables per a proveir les demandes de l'edifici.

En conseqüència, l'estudi aplicarà els criteris de nZEB, amb la finalitat de considerar que l'edifici té un Consum d'Energia Quasi Nul.

Paraules clau: Simulació energètica d'edificis, HULC, Calener GT, nZEB, Edifici de Consum d'Energia Quasi Nul, reducció de consum d'energia en edificació, eficiència energètica en edificació.

ABSTRACT

This project is a Cultural Civic Center in Cabañal, designed by the joint venture Civic Cultural Center Cabañal, which is a team formed by different architectural and engineering studios that have joined to work on this project.

This work consists of two parts. In the first part we will evaluate the energy behavior of the building with typical constructive solutions and conventional thermal installations. Then we will make an energy simulation of the building and determine which elements can be improved.

In the second part we will perform an analysis of the results of the building in the conventional situation in order to propose accurate improvements to the building. These improvements will be shown one after the other to see what influence each of them has separately. The proposals for improvement will have the objective to reduce the energy consumption of the building and its CO₂ emissions until they are almost non-existent, and to promote the use of renewable energy to supply the building's demands.

It is therefore that the nZEB criteria will be applied to the project so this building could be considered as a Nearly Zero Energy Building.

Keywords: Energy Building simulation, HULC, Calener GT, nZEB, Nearly Zero Energy Building, reduction of energy consumption in buildings, energy efficiency in buildings.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

- Memoria
- Presupuesto
- Anexos

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO	1
2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.....	1
2.1. Antecedentes	1
2.1.1. En Europa	1
2.1.2. En España	2
2.2. Motivación.....	3
2.3. Justificación y alcance del trabajo.....	3
2.4. Normativa de aplicación.....	4
2.4.1. Normativa europea	4
2.4.2. Normativa estatal.....	5
2.5. Estructura del documento.....	5
3. ESTUDIO PREVIO DEL EDIFICIO.....	6
3.1. Uso y tipo de edificio.....	6
3.2. Situación y orientación.....	6
3.3. Distribución de los espacios	7
3.4. División de las zonas a simular	9
4. MODELIZACIÓN DEL EDIFICIO	12
4.1. Introducción de parámetros en HULC.....	12
4.1.1. Breve descripción del programa	12
4.1.2. Datos generales.....	12
4.1.3. Definición constructiva.....	13

4.2.	Definición geométrica	15
4.3.	Condiciones operacionales y funcionales	18
4.3.1.	Tipos de espacios.....	18
4.3.2.	Cargas térmicas	18
4.3.3.	Horarios de uso	20
4.4.	Puentes térmicos.....	20
5.	CÁLCULO DE LA VERIFICACIÓN DEL LÍMITE DE DEMANDA, HE1.....	22
6.	EXPORTACIÓN A CALENER GT	23
6.1.	Corrección de errores de exportación	23
6.1.1.	Cerramientos de la envolvente térmica	24
6.1.2.	Sombras de otros edificios	25
6.1.3.	Otros.....	25
6.2.	Definición de los sistemas propuestos.....	26
6.2.1.	Sistemas de calefacción y refrigeración	26
6.2.2.	Creación de zonas térmicas.....	27
6.2.3.	Sistemas de ACS	27
7.	SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	28
7.1.	Calificación obtenida	28
8.	CÁLCULO DEL HE0	29
9.	ESTUDIO DE ESTRATEGIAS DE MEJORA.....	30
9.1.	Análisis de la situación actual.....	30
9.1.1.	Ganancias térmicas en periodo de calefacción	32
9.1.2.	Pérdidas térmicas en periodo de calefacción	33
9.1.3.	Ganancias térmicas en periodo de refrigeración	34
9.1.4.	Pérdidas térmicas en periodo de refrigeración.....	35
9.2.	Mejora de la envolvente térmica	36
9.2.1.	Huecos.....	36
9.2.2.	Hermeticidad	52
9.2.3.	Puentes térmicos.....	53
9.2.4.	Condiciones operacionales y funcionales	61
9.3.	Revisión de resultados de las propuestas de mejora.....	64
10.	DEFINICIÓN DE NUEVOS SISTEMAS EN CALENER GT	65
10.1.	Uso de energías renovables	65

10.1.1. Geotermia	65
10.1.2. Aerotermia	67
10.1.3. Fotovoltaica.....	68
11. CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO	777
----------------------	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

1. CÁLCULO DE DENSIDAD DE LAS FUENTES INTERNAS.....	855
2. GIRO PARA RE-ORIENTACIÓN DE SOMBRAS.....	899
3. CÁLCULO CUMPLIMIENTO HE4 DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS.....	91
4. PRODUCCIÓN MENSUAL DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	93
5. RESULTADOS HULC DE VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	955
6. FICHAS TÉCNICAS	977

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Situación y orientación del edificio. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución.....	7
<i>Imagen 2. Plano distribución espacios. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución.....</i>	<i>9</i>
Imagen 3. Croquis de división de espacios en el modelo.....	11
Imagen 4. Opciones-Espacio de trabajo.....	15
Imagen 5. Opciones-Cerramientos predeterminados.....	16
Imagen 6. Aplicación DXFaCTE líneas 2D y 3D	16
Imagen 7. Importación de las líneas auxiliares con la aplicación DXFaCTE	17
Imagen 8. Modelización del edificio paso a paso (conjunto de imágenes)	17
Imagen 9. Cargas ocupación, iluminación y equipos espacios acondicionados y no acondicionados	19
Imagen 10. Ventilación en situación convencional.....	19
Imagen 11. Ejemplo de horarios en HULC.....	20
Imagen 12. Ejemplo introducción de puente térmico en HULC.....	21
Imagen 13. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda (HE1) situación convencional	22
Imagen 14. Errores de exportación a Calener GT	23
Imagen 15. Errores de exportación de capas de materiales.....	24
Imagen 16. Vista de sombras desorientadas y corregidas.....	25
Imagen 17. Error de altura en espacios	25
Imagen 18. Esquema de subsistemas secundarios en Calener GT de la situación convencional.....	26
Imagen 19. Esquema de equipos ACS en Calener GT de la situación convencional	27
Imagen 20. Calificación energética del edificio en situación convencional.....	28
Imagen 21. Resultados de la Verificación del Consumo de Energía Primaria en la situación convencional	29
Imagen 22. Aspecto de la aplicación Visol	31
Imagen 23. Demanda del edificio en la situación convencional por meses. Visol.....	31
Imagen 24. Pérdidas y ganancias de calor en los periodos de calefacción y refrigeración en la situación convencional. Visol	32
Imagen 25. Temporalidad de los elementos de sombra estacionales definidos en huecos.....	36
Imagen 26. Ventana de definición de huecos en el programa HULC.....	37

Imagen 27. Tabla de valores típicos de reducción de la ganancia solar al aplicar protecciones. Norma CEN prEN 13363-1.....	38
Imagen 28. Demanda de calefacción y refrigeración de dos huecos de la barraca 1. Aplicación Visol.....	39
Imagen 29. Huecos con salida a los patios y entrada a barraca 1.....	39
Imagen 30. Características del vidrio en huecos acceso sur barraca 1. Aplicación CalumenLive41	
Imagen 31. Carpinterías huecos acceso sur barraca 1. Fuente: Schucco	41
Imagen 32. Ejemplo de protección solar tipo estor interior oculto con accionamiento eléctrico y guiado por cremallera. Fuente: Gravent	42
Imagen 33. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda 1	43
Imagen 34. Resultados de comparación en referencia a la imagen 28. Visol.....	43
Imagen 35. Demanda calefacción y refrigeración de huecos de despachos. Visol.....	44
Imagen 36. Huecos verticales orientación este y oeste.....	44
Imagen 37. Ejemplo de protección solar tipo lamas venecianas ocultas en cajón de dintel con accionamiento eléctrico. Fuente: Gradhermetic	45
Imagen 38. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda 2	46
Imagen 39. Resultados de comparación en referencia a la imagen 35. Visol.....	46
Imagen 40. A la izquierda: demandas en la situación convencional (imagen 22). Derecha: demandas después de primeras actuaciones en huecos verticales. Visol.....	47
Imagen 41. Ejemplo de protección solar para lucernarios	48
Imagen 42. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a lucernarios.....	49
Imagen 43. Demandas energéticas por componentes con modificación de lucernarios. Visol .	49
Imagen 44. Demanda energética a través de los lucernarios antes y después de actuar sobre ellos	51
Imagen 45. Continuidad de la capa hermética y del aislamiento térmico en el edificio. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución.....	53
Imagen 46. Sistema SATE para fachada. Fuente: constumatica.com	54
Imagen 47. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a fachadas y PPTT.....	56
Imagen 48. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con SATE. Visol	56
Imagen 49. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a cubiertas y PPTT.....	58
Imagen 50. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con Termochip. Visol	58
Imagen 51. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a soleras y PPTT.....	60

Imagen 52. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con solera ventilada. Visol	60
Imagen 53. Distribución horaria de la ocupación.	61
Imagen 54. Distribución horaria de las horas de iluminación.....	61
Imagen 55. Horario de ventilación en periodo de calefacción	62
Imagen 56. Horario de ventilación en periodo de refrigeración.....	62
Imagen 57. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a horarios	63
Imagen 58. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con horarios. Visol	63
Imagen 59. Resultados de la Verificación del Límite de la Demanda con revisiones finales.....	64
Imagen 60. Comparación de las demandas por separado de calefacción y refrigeración tras revisiones finales. Visol	65
Imagen 61. Sistema de producción de climatización con geotermia en Calener GT	66
Imagen 62. Esquema del sistema de las UTAs en Calener GT.....	67
Imagen 63. Situación de la instalación fotovoltaica en las cubiertas del edificio. Fuente: Proyecto de ejecución.....	68
Imagen 64. Introducción de la aportación de fotovoltaica en Calener GT	68
Imagen 65. Calificación energética del edificio sin la aportación de energía fotovoltaica	69
Imagen 66. Calificación energética final del edificio.....	71
Imagen 67. Verificación del Limite de Consumo.....	72
Imagen 68. Producción mensual de energía fotovoltaica. UTE Centro Cívico Cultural Cabañal	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de superficies útiles y construidas de los distintos espacios del edificio	8
Tabla 2. División de los espacios a simular.....	11
Tabla 3. Zona climática del edificio. Tabla B.1.-Zonas climáticas de la Península Ibérica del DB-HE (CTE).....	12
Tabla 4. Tipos de espacios.....	18
Tabla 5. Características de PPTT en situación convencional.....	21
Tabla 6. Resumen de resultados de la Verificación del Límite de Demanda	23
Tabla 7. Porcentaje mínimo de reducción de la demanda conjunta. Tabla 2.2 del DB-HE1 del CTE.....	23
Tabla 8. Características sistemas de climatización de la situación convencional	26
Tabla 9. Características termos eléctricos en la situación convencional	27
Tabla 10. Resumen de resultados HEO en la situación convencional	29
Tabla 11. Cambios en grupo de huecos verticales acceso sur barraca 1	40
Tabla 12. Cambios en grupo de huecos verticales acceso a patios exteriores	42
Tabla 13. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 1	43
Tabla 14. Cambios en grupo de huecos verticales este y oeste.....	45
Tabla 15. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 2.....	46
Tabla 16. Cambios en vidrios y carpinterías de lucernarios.....	48
Tabla 17. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 3.....	49
Tabla 18. Valores de puentes térmicos tras actuación en fachada	55
Tabla 19. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 4.....	56
Tabla 20. Valores de puentes térmicos tras actuación en cubiertas	57
Tabla 21. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 5.....	58
Tabla 22. Valores de puentes térmicos tras actuación en solera	59
Tabla 23. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 6.....	60
Tabla 24. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 7.....	63
Tabla 25. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda tras revisiones finales	64
Tabla 26. Resumen características bomba de calor geotérmica.....	66
Tabla 27. Resumen características de las Unidades de Tratamiento de Aire	67
Tabla 28. Resumen características de bomba de calor aerotermia en Calener GT	67

Tabla 29. Comparación de la calificación energética de la situación convencional con la situación actual sin la aportación fotovoltaica.....	69
Tabla 30. Precios base para el cálculo de presupuesto.....	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Valor de la corrección del factor solar estacional en HULC.....	37
Ecuación 2. Densidad de las fuentes internas. Apéndice A DB HE1 comentado	85
Ecuación 3. Cálculo de la densidad de fuentes internas. Apéndice A DB HE1 comentado	85
Ecuación 4. VEEI. DB HE3 comentado	85
Ecuación 5. Matriz de rotación finita de un sólido rígido	89

MEMORIA

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo final de grado es realizar un estudio del comportamiento energético de un edificio en fase de proyecto, introducir los materiales y equipos iniciales en los programas HULC y CALENER-GT y, utilizando esta versión de base, analizar y proponer mejoras en la envolvente térmica y los equipos de producción de ACS y de climatización, tratando de promover el uso de energías renovables en el mismo.

Finalmente, se pretende que este edificio obtenga unos resultados de Consumo de Energía Primaria No Renovable (CEPNR), y de Emisiones de CO₂ (ECO2) tales que se pueda considerar como un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (nZEB: Nearly Zero Energy Buildings). Esta categoría de edificio es exigida de forma más severa en la última revisión del *Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE 2018* (cuya versión en el momento de escribir este trabajo se encuentra en periodo de trámite de audiencia e información pública), que fue revisado por última vez en 2013, el cual actualiza el concepto de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo para aplicarlo a los edificios de nueva construcción a partir del 31 de diciembre 2020, para edificios de uso privado, y 31 de diciembre de 2018 para edificios públicos.

Si bien estos son los objetivos que se procuran alcanzar y exponer en este trabajo académico, otras metas que se intentan conseguir son:

- Mejorar la calidad de vida y el confort de las personas que utilizan el edificio
- Mitigar los efectos del cambio climático, un problema global y muy grave que por sí solo es devastador, pero está estrechamente relacionado con otros problemas que afectan a la población mundial como sequías, escasez de alimentos, crisis de precios, migraciones... y, por tanto, paliar sus efectos supone dar soluciones a una red de problemas globales.
- Servir de inspiración para la creación de más proyectos de esta índole, que pueda dar lugar a un cambio de pensamiento en la forma de construir nuestros edificios y normalizar la existencia de energías renovables en los mismos.

2. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

2.1.1. En Europa

El concepto de nZEB es presentado por la Directiva Europea 2010/31/UE de eficiencia energética, con el objetivo de ahorrar un 20% de consumo de energía primaria, estableciendo que a partir de 2020 todos los edificios deberán ser nZEB, anticipando la exigencia a 2018 para edificios de la administración pública. En la citada Directiva se afirma que el 40% del consumo de energía total en la Unión se corresponde a los edificios, lo cual es un valor muy elevado pero natural, teniendo en cuenta que es un sector en expansión. De ello surgió la necesidad de disminuir el consumo de energía y de hacer uso de fuentes de energía renovable para reducir la dependencia energética de la Unión y las emisiones de gases de efecto invernadero, con el

objetivo de cumplir el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y reafirmar su compromiso a largo plazo de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2 °C y reducir para 2020 las emisiones totales de gases de efecto invernadero en un 20% como mínimo respecto a los niveles de 1990.

En la Directiva Europea 2018/844, la más actual y que modifica a la anterior, la Unión Europea se compromete a establecer un sistema energético sostenible, competitivo, seguro y descarbonizado de aquí a 2050. A reducir las emisiones de gases de efecto invernadero al menos un 40% de aquí a 2030 en comparación con 1990 y aumentar la proporción de energía renovable consumida. Es por eso por lo que esta Directiva establece que a partir del 31 de diciembre de 2020 los nuevos edificios y las rehabilitaciones deben ser de alta eficiencia y, además, deben incorporar fuentes de energía renovables. Así como definir los sistemas de automatización y control de edificios, criterios de domótica para edificios residenciales e Inteligencia Ambiental para terciario, fijar un umbral de 70kW en la potencia nominal para las instalaciones de calefacción y aire acondicionado (en sus anexos) e incluso incentiva la lucha contra la pobreza energética y pretende promover la financiación pública para la renovación de edificios y los certificados de rendimiento energético.

Esto afecta a España, como estado miembro de la Unión Europea, a implementar unos requisitos relativos a un determinado nivel de rendimiento energético para los edificios y sus fuentes de energía, que se materializan (aquellos que afectan al presente trabajo) en el Código Técnico de la Edificación, concretamente en el DB-HE Ahorro de Energía.

2.1.2. En España

En el 2º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011 – 2020 se introduce por primera vez el término de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, y se define como *“Aquel con un nivel de eficiencia energética muy alto, en el que la cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida la energía procedente de energías renovables producidas in situ o en el entorno.”* En el mismo documento se dice que no existe un indicador numérico de uso de energía primaria expresado en kWh/m² para poder definir el edificio como tal, sin embargo recae en la exigencia impuesta por la Directiva 2010/31/CE de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, de que todos los edificios construidos en los distintos estados miembros a partir del 31 de diciembre de 2020, deberán ser Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo, adelantándose la exigencia al 31 de diciembre de 2018 para los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas, siendo esto último de aplicación para el presente trabajo.

En ese documento se presentó un tipo de edificio muy ambicioso, el cual aún no tenía definido numéricamente ningún indicador que determinara el límite entre un edificio de consumo de energía casi nulo y uno que no lo es. Sin embargo, en la modificación de la Orden FOM/588/2017 de 15 de junio, por la que se modifica el DB-HE, se define el término de Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo como *“Edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este Documento Básico”*. Esta normativa fue duramente criticada por la Plataforma de Edificación PassivHaus (PEP) pues la consideraba poco rigurosa y laxa, con la que España no podría llegar a cumplir sus compromisos en materia de eficiencia energética y de reducción de consumo de

energía primaria y emisiones de CO₂ con Europa. A pesar de ello, en España, según la PEP existen más de 115 edificios con un consumo casi nulo, más exigentes que la normativa, descritos en su página web.

Actualmente existe un nuevo documento del Código Técnico de la Edificación que se encuentra en periodo de audiencia e información pública, que contiene un estándar mucho más exigente para la construcción de nuevos edificios y su rehabilitación y ampliación. Los valores de los indicadores del Documento Básico de Ahorro de Energía 2018 y sus valores límite, se apoyan en una metodología desarrollada por el Comité Europeo de Normalización e ISO en la norma ISO-520001 y otros documentos relacionados. Por tanto, una vez se apruebe ese documento, cualquier edificio construido que cumpla con la citada norma será un nZEB.

2.2. Motivación

Como estudiante de ingeniería que está a punto de terminar el grado, siempre he sentido curiosidad por aquellos temas relacionados con la lucha contra el cambio climático, el medio ambiente, la sostenibilidad y las energías renovables. Fue este interés personal el que me hizo decidirme por realizar las prácticas curriculares en una empresa dedicada al sector de la eficiencia energética.

El presente proyecto reúne muchas características afines con mis inquietudes profesionales, y pronto decidí, junto con mis tutores, que era una buena opción para usarlo como mi TFG por la esencia de este. Por tratarse de un edificio nZEB, que integra energías renovables, un sistema de Inteligencia Ambiental que controla los parámetros de iluminación, humedad del ambiente, horario de los equipos... y, sobre todo, por el impacto que tiene construir un edificio de estas características en un barrio de Valencia como es el Cabañal, una zona que ha sido crítica durante muchos años y hoy es zona prioritaria de desarrollo urbano sostenible. El edificio es un Centro Cívico y Cultural construido con una forma que refuerza el carácter urbano del barrio. El edificio está formado por 7 barracas adosadas, siendo la barraca la construcción tradicional valenciana, pero esta vez vista desde una perspectiva contemporánea y atendiendo a las necesidades y exigencias de hoy.

Se trata de un proyecto que se realiza en colaboración con otros despachos de ingeniería y arquitectura, lo que me da oportunidad de trabajar junto a otros profesionales con muy variadas especialidades.

Son estas algunas de las razones que motivan la realización de este proyecto.

2.3. Justificación y alcance del trabajo

El proyecto se realiza para dar respuesta a la necesidad de conseguir una exigencia determinada en materia de eficiencia energética a un Centro Cívico Cultural en el Cabañal, que será propiedad del ayuntamiento de Valencia, para que el mismo se pueda considerar como Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo. Se trata de un trabajo realizado por varios despachos de arquitectura e ingeniería en colaboración, en el que cada uno aporta aquello en lo que se ha especializado. Es por esto por lo que el presente trabajo no se centrará en

materias de cálculo de estructuras, diseño arquitectónico, diseño, dimensionamiento y cálculo de los circuitos eléctricos o de las instalaciones térmicas y de producción de energías renovables, mediciones y cálculo del presupuesto del proyecto, entre otros.

El trabajo sí que se ajustará al cálculo de la eficiencia energética del edificio con los programas HULC y Calener GT, con unas medidas iniciales que se corresponden con el tipo de soluciones constructivas y de instalaciones térmicas tradicionalmente utilizadas hasta la fecha, y en una evolución progresiva de estas soluciones hasta alcanzar unas exigencias nZEB. Para ello se propondrán mejoras que atienden al aumento de prestaciones de la envolvente térmica: aislamiento, hermeticidad, carpinterías y vidrios, protecciones solares..., de las instalaciones térmicas y de la iluminación: aumento de la eficiencia de los equipos, uso de Inteligencia Ambiental y en el uso de fuentes de energía renovable.

Si bien no se realiza el cálculo y justificación de las instalaciones térmicas y de energías renovables, en algunos casos sí que se desarrolla un pre-dimensionamiento de estas a modo de propuesta, llegando en algunos casos a proponer modelos específicos, y con el fin de verificar que ese tipo de sistema cumple las exigencias planteadas en el trabajo, para posteriormente, comunicarlo al resto de colaboradores del proyecto y realizar el diseño más exhaustivo de esos sistemas. Para realizar esta comprobación de los sistemas bastará con obtener los datos necesarios a introducir en el programa y poder valorar su aportación en materia de reducción de consumo de energía primaria y de emisiones de CO2 del edificio.

En otros casos, las propuestas de mejora de la eficiencia energética del edificio vendrán dadas por otros de los despachos de los que colaboran con el proyecto

Con esto queda claramente definido el alcance del proyecto y las soluciones que se van a desarrollar a lo largo de los capítulos posteriores.

2.4. Normativa de aplicación

2.4.1. Normativa europea

- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética.
- Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

2.4.2. Normativa estatal

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código técnico de la Edificación. En concreto el Documento Básico HE de Ahorro de Energía.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo y el Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre.
- Real Decreto 235/2013 de 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto 238/2013 de 5 de abril por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios aprobado por Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio.
- Orden FOM/1635/2013 de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y su revisión con comentarios de febrero de 2016.
- Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

2.5. Estructura del documento

El presente documento, en primer lugar, analizará el caso inicial del edificio. Se trata, por tanto, de unas condiciones de la envolvente térmica y de equipos para climatización y ACS que sirven de base para proponer mejoras. La siguiente parte de la memoria es, por tanto, las opciones de mejora propuestas para el proyecto, que son una serie de estrategias a aplicar en materia de aislamiento, protección solar, hermeticidad, recuperación de calor y eficiencia de equipos y utilización de energías renovables.

Al final de la memoria se realiza una comparación del caso inicial con la situación con las mejoras propuestas, se realizará un análisis de los objetivos planteados y de si se han alcanzado y en qué grado y, para terminar, se exponen algunas conclusiones.

También se define un presupuesto de la realización del proyecto y, por último, se detalla la bibliografía consultada.

3. ESTUDIO PREVIO DEL EDIFICIO

3.1. Uso y tipo de edificio

El edificio es un Centro Cívico Cultural que será propiedad del ayuntamiento de Valencia. Se trata de un edificio con estancias de usos muy variados como aulas de cocina y degustación, pintura y cerámica, informática y de música, despachos, sala multiusos para espectáculos u otros usos, salas de exposiciones y gimnasio o aula de salud. De ello deducimos que el tipo de edificio que debemos simular es de tipo terciario, queda determinar si el edificio será finalmente pequeño o mediano terciario o gran terciario.

Según el manual técnico del programa Calener GT, este es un programa destinado a la Calificación Energética de Grandes edificios Terciarios. Por tanto, nunca debe utilizarse para la calificación de ningún tipo de viviendas. Para decidir qué edificios del sector no-residencial o terciario son grandes y cuales pequeños y medianos debe basarse fundamentalmente en los tipos de sistemas (alcance) de los programas Calener-VyP y Calener GT, por tanto, se recomienda el uso de Calener GT en aquellos casos en los que, debido al tipo de sistema que tiene el edificio, no pueda usarse Calener-VyP o cualquier otra versión que se utilice en el futuro. Esto quiere decir que un mismo edificio, podría simularse con Calener VyP si incorpora uno tipos de instalaciones térmicas y podría simularse con Calener GT si incorpora otras.

El objeto del proyecto, con una superficie construida de 1073m², se pretende que disponga de ciertas instalaciones térmicas que no están disponibles en la versión actual de Calener-VyP, por tanto, la opción correcta a utilizar para realizar la simulación energética del edificio es Calener GT.

De esto queda claro que nuestro edificio, a efectos de este proyecto, se debe considerar como Gran Terciario.

3.2. Situación y orientación

El edificio se encuentra situado entre las calles Sant Pere y Lluís Despuig abarcando los números de 39 a 59 en el barrio del Cabañal en la ciudad de Valencia. Las referencias catastrales de las parcelas que ocupa la construcción son las comprendidas entre la parcela 9624815YJ2792D0001QP y la parcela 9624807YJ2792F0001WT.

Tal y como se ha modelizado al edificio, la vertical, o eje Y utilizado en el programa HULC forma un ángulo de 75º con el norte. Dicho eje Y, tiene la orientación este – oeste, desde su parte inferior a la superior. Teniendo esto en cuenta, el ángulo que hay que introducir en el programa para calcular el edificio según su orientación es -75º o 285º.

La orientación del edificio se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 1. Situación y orientación del edificio. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución

3.3. Distribución de los espacios

Como ya se ha mencionado anteriormente, el edificio dispone de una variedad de estancias con distintos usos, lo que le confiere el carácter de un Centro Cívico multidisciplinar que se adapta a las necesidades del público. A continuación, se detalla en una tabla los espacios que hay en el edificio, así como sus superficies.

CUADRO DE SUPERFICIES

ESPACIO	SUP ÚTIL	SUP CONSTRUIDA
ACCESO DESDE PLAZA	5,07	
VESTÍBULO-EXPOSICIONES	100,00	
CONSERJERÍA	10,44	
DESPACHO 01	10,02	
DESPACHO 02	10,02	
CAFETERÍA	10,11	
COCINA	13,75	
BASURAS	4,68	
BARRACA 01	164,09	183,36
ACCESO 01	17,43	
CORREDOR ESTE 01	6,67	
PATIO 01	52,36	
CORREDOR OESTE 01	6,67	
ACCESO 02	10,46	
BARRACA 02	93,59	99,45

Estudio de Certificación Energética de un Centro Cívico Cultural en el Cabañal NZEB

GIMNASIO/AULA SALUT	97,99	
DESPACHO 03	9,07	
DESPACHO 04	9,07	
ASEO HOMBRES	10,00	
ASEO MUJERES	10,00	
CORREDOR ESTE 02	12,45	
CORREDOR OESTE 02	12,45	
BARRACA 03	161,03	174,77
<hr/>		
AULA T1 PINTURA-CERÁMICA	45,13	
AULA 01 DIGITAL	45,13	
VESTUARIO 01	27,93	
ALMACÉN	11,66	
CORREDOR ESTE 03	11,55	
CORREDOR OESTE 03	11,55	
BARRACA 04	152,95	165,36
<hr/>		
AULA T2 COCINA-DEGUSTACIÓN	45,13	
AULA 02 MÚSICA	45,13	
VESTUARIO 02	20,63	
CAMERINO	15,31	
CORREDOR ESTE 04	11,55	
CORREDOR OESTE 04	11,55	
BARRACA 05	149,30	162,08
<hr/>		
ACCESO 03	4,72	
CORREDOR ESTE 01	6,67	
PATIO 01	52,36	
CORREDOR OESTE 01	6,67	
ACCESO 04	4,61	
BARRACA 06	75,03	79,20
<hr/>		
SALA MULTIUSOS 1/3	130,62	
GRUPO ELECTRÓGENO	4,94	
GRADAS RECTRÁCTILES	4,94	
GRUPO DE PRESIÓN INCENDIOS	4,94	
ESCENARIO MODULAR DESMONTABLE	4,94	
BARRACA 07	150,38	167,60
TOTAL PLANTA BAJA	946,37	1.031,82
<hr/>		
ALTILLO INSTALACIONES S/BARRACA 01	26,99	
ESCALERA PB A P1	4,08	
TOTAL PLANTA PRIMERA	31,07	41,41
<hr/>		
TOTAL EDIFICIO	977,44	1.073,23

Tabla 1. Cuadro de superficies útiles y construidas de los distintos espacios del edificio

Con el fin de tener una idea más clara de la distribución de los espacios, se inserta una imagen del plano de distribución de los espacios descritos en la anterior tabla. El plano de la imagen fue realizado por los autores del proyecto, de la UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal.

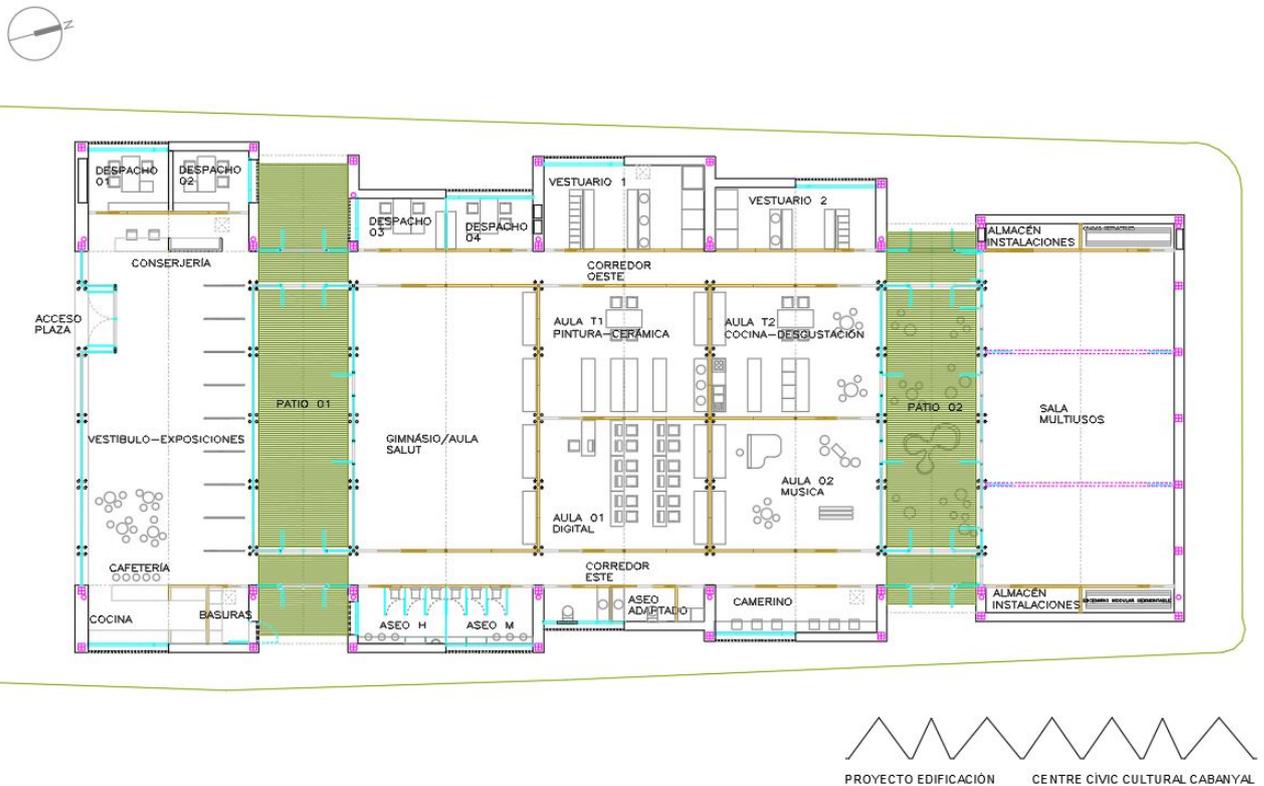


Imagen 2. Plano distribución espacios. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución

3.4. División de las zonas a simular

Si bien los espacios de los que dispone el edificio son los indicados en la *tabla 1*, los espacios que se van a usar en el programa no serán los mismos. Para modelizar el edificio en el programa HULC, será necesario tener en cuenta que espacios tienen un tipo de uso similar, sus horarios, densidad de fuentes internas y qué equipos térmicos los abastecen, con el fin de determinar las zonas térmicas que componen el edificio.

Una zona térmica es un espacio, o conjunto de espacios, que comparten similares características termodinámicas, mismos puntos de consigna para calefacción y refrigeración, y es la división básica que se usa en la modelización del edificio.

El edificio real se distribuye en dos plantas, como se ha indicado anteriormente en la *tabla 1* de distribución de superficies. Sin embargo, la superficie de planta 1 (31.07m²) es considerablemente inferior a la superficie de planta baja (946.37m²), por lo tanto, la primera simplificación que se realiza al edificio es asimilar esa planta superior a la planta baja, dejando el modelo del edificio distribuido en una sola planta pero con el mismo volumen que el edificio original.

La segunda simplificación que se realiza es considerar los dos patios (barracas 2 y 6) como zonas exteriores del edificio, cosa fácilmente asimilable puesto que así lo son. Se trata de unos espacios muy ventilados y destinados a disipar las cargas internas de los espacios adyacentes. Sus cubiertas están construidas a base de listones de madera que no cierran completamente la cubierta, si no que únicamente proporcionan sombra. Es por esto por lo que podemos considerar estos espacios como exteriores y simular sus cubiertas en el programa como un elemento de sombra.

Las siguientes simplificaciones que se realizan a las zonas del edificio a simular son debidas a reglas internas que tiene el programa. Al tratarse de un edificio compuesto por 7 barracas adosadas, su geometría en el programa es compleja, pues en HULC hay que definir todas sus fachadas, particiones interiores y cubiertas con la herramienta de elementos 3D. Esto quiere decir que no podemos crear sus fachadas y particiones interiores de manera automática, como sí sucede en otro tipo de edificaciones convencionales, lo cual añade complejidad a su modelización. Buscando información sobre cómo simular este tipo de edificios en HULC, tanto en internet, como preguntando a mis tutores del proyecto y de la empresa, se llega a la conclusión que el programa no admite más de 10 o 12 espacios (de hecho, por pruebas realizadas por mí mismo, he podido comprobar que el programa comienza a dar errores si trato de simular más de 12 espacios). De esta forma, la distribución de los espacios para su modelización es la siguiente:

- Se consideran los almacenes de gradas y cuartos de instalaciones con orientaciones este y oeste como fuera de la envolvente térmica, puesto que son unos espacios no acondicionados y el aislamiento térmico está en el cerramiento en contacto con el espacio acondicionado. A su vez, este cerramiento se considerará en la simulación como un cerramiento interior.
- Las aulas, por tratarse de espacios adyacentes y que realizan actividades de talleres, aunque de diferente índole, se consideran como un solo aula.
- También se unifican los espacios correspondientes a despachos 1 y 2 (como uno solo), despachos 3 y 4, vestuarios de hombres y mujeres, y los baños y camerinos.
- El espacio más grande que se debe unir es el del vestíbulo. Este se une con el espacio de conserjería y el bar, con la cocina y cuarto de basuras. Pues en la realidad todos estos espacios no están compartimentados de ninguna forma, no tienen tabiques.

Para mayor claridad, en la siguiente tabla se detalla la distribución final de los espacios:

NOMBRE DEL ESPACIO		
EN HULC	EN PLANOS	
	Vestíbulo-exposiciones	<i>Barraca 1</i>
	Conserjería	<i>Barraca 1</i>
E01	Bar-Cafetería	<i>Barraca 1</i>
	Cocina	<i>Barraca 1</i>
	Cuarto basuras	<i>Barraca 1</i>
E02	Despacho 1	<i>Barraca 1</i>
	Despacho 2	<i>Barraca 1</i>

E03	Gimnasio	Barraca 3
	Aula T1 Pintura-Cerámica	Barraca 4
E04	Aula 01 Digital	Barraca 4
	Aula T2 Cocina-Degustación	Barraca 5
	Aula 02 Música	Barraca 5
E05	Despacho 3	Barraca 3
	Despacho 4	Barraca 3
E06	Sala multiusos	Barraca 7
E07	Vestuario hombres	Barraca 4
	Vestuario mujeres	Barraca 5
	Aseo hombres	Barraca 3
	Aseo mujeres	Barraca 3
E08	Aseos adaptados	Barraca 4
	Camerinos	Barraca 5
E09	Corredor oeste	Trasversal
E10	Corredor este	Trasversal

Tabla 2. División de los espacios a simular

Y un croquis para situarlos en la planta:

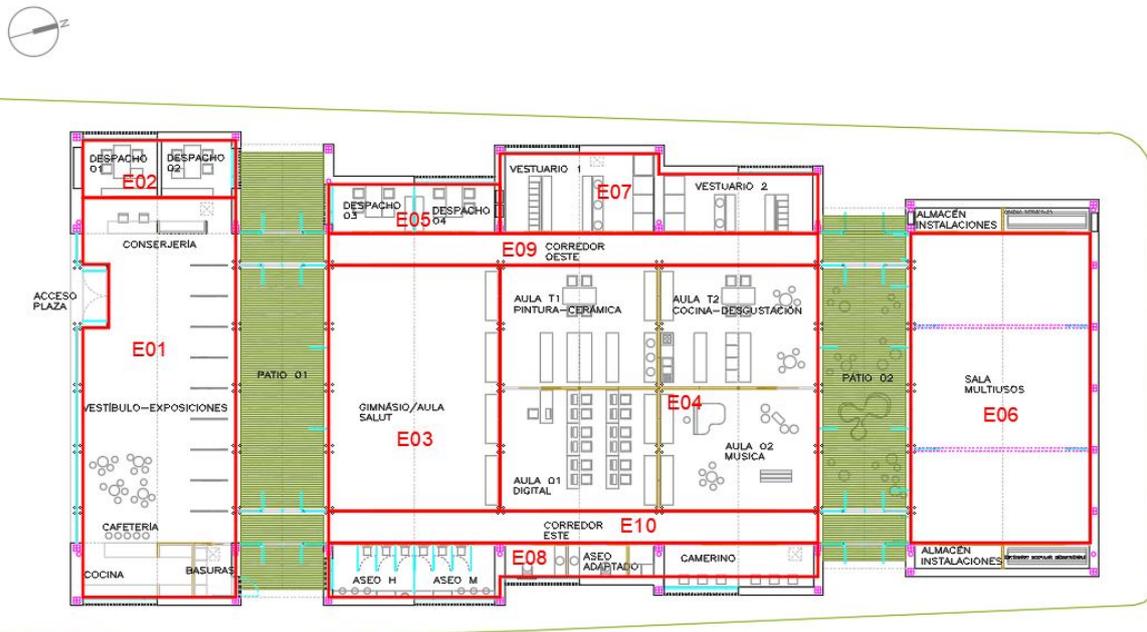


Imagen 3. Croquis de división de espacios en el modelo

En el cual se puede ver, en línea roja, la delimitación de los espacios que se ha tenido en cuenta para realizar la modelización en HULC, y el nombre de estos. Como se puede observar, los patios quedan como espacios exteriores, pues se considera que no pertenecen a la envolvente térmica, simulando únicamente sus cubiertas como un elemento de sombra. Al contrario que los patios, los cuartos de instalaciones se consideran como espacios adyacentes, pero fuera de la envolvente térmica, simulando únicamente el cerramiento de separación.

Tipo de edificio: Edificio NUEVO. Gran Edificio Terciario
 Uso del edificio: Centro Cívico Cultural
 Normativa vigente edificación e instalaciones térmicas: CTE HE 2013 y RITE (2013)
 Año de construcción: Posterior a 2013

4.1.3. Definición constructiva

En este momento, previamente a empezar a modelizar el edificio en 3D, se realiza la definición constructiva de los cerramientos que componen la envolvente del edificio. De esta manera, cuando se extruya la forma del edificio en el programa, se asignará automáticamente un tipo de definición a cada elemento que se haya elegido anteriormente.

A continuación, se detalla en unas tablas la definición constructiva de los cerramientos que componen la envolvente térmica en la situación convencional, el punto de partida del proyecto, así como las características técnicas relevantes.

4.1.3.1. Cubiertas

CUBIERTAS NORTE			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Vidrio templado	0.008	-
2	Cámara de aire sin ventilar horizontal	0.050	0.160
3	Subcapa fieltro resistencia 300 kPa y evitar reacción química	0.003	-
4	XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.080	0.034
5	FU con viguetas de madera vista	0.150	-
		U = 0.35	W/m²K

CUBIERTAS SUR			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Teja de arcilla blanca	0.010	-
2	Cámara de aire ligeramente ventilada	0.050	0.090
3	Impermeabilizante EPDM	0.004	-
4	XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.080	0.034
5	FU con viguetas de madera vista	0.150	-
		U = 0.36	W/m²K

4.1.3.2. Fachadas

FACHADA			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Mortero cemento exterior	0.010	-
2	Ladrillo perforado ½ pie	0.115	-
3	Lana de roca	0.050	0.041
4	Cámara de aire sin ventilar vertical	0.020	0.170
5	Tabicón LH doble	0.070	-
6	Enlucido de yeso	0.010	-
		U = 0.51	W/m²K

FACHADA PATIOS			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Vidrio patios	-	0.909
		U = 1.86	W/m²K

Este cerramiento de fachada de los patios corresponde al elemento que está en contacto con los patios exteriores y es un elemento completamente acristalado, por ello se ha utilizado una composición específica hasta conseguir una transmitancia térmica similar a la que se va a conseguir con el hueco que se simulará posteriormente, con el fin de que no haya un mejoramiento involuntario de este elemento.

4.1.3.3.Solera

SOLERA			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Hormigón armado	0.080	-
2	XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.040	0.034
3	Losa hormigón armado	0.600	-
4	Hormigón de limpieza	0.100	-
5	Impermeabilizante polietileno de alta densidad (HDPE)	0.003	-
6	Encachado de bolos	0.050	-
		U = 0.57	W/m²K

4.1.3.4.Tabiques

TABIQUES			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Enlucido de yeso	0.015	-
2	Tabicón LH doble	0.070	-
3	Enlucido de yeso	0.015	-
		U = 2.60	W/m²K

4.1.3.5.Suelo exterior

SUELO EXTERIOR SOBRE PUERTA DE ENTRADA			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Vidrio entrada	-	0.909
		U = 1.86	W/m²K

De nuevo, el suelo exterior que hay sobre la puerta de entrada es completamente de vidrio, por lo tanto, se asigna a este elemento una composición con la transmitancia térmica que va a tener el conjunto de vidrio-marco, que se modelará después.

4.1.3.6. Huecos. Carpinterías y vidrios

CARPINTERÍAS					
Hueco	Tipo	U (W/m ² K)	Permeabilidad (m ³ /(hm ²))	% de marco	
Huecos patios	Aluminio RPT > 12 mm	3.20	27	15	
Puerta entrada	Aluminio RPT > 12 mm	3.20	27	25	
Huecos verticales	Aluminio RPT > 12 mm	3.20	27	25	
Lucernarios	Aluminio RPT > 12 mm	3.20	27	20	

Las carpinterías de la situación inicial son un tipo de carpintería convencional, de aluminio con rotura de puente térmico con unas especificaciones técnicas no muy elevadas. Además, esta carpintería no es hermética al aire, de manera que podemos asumir que tendrá bastantes infiltraciones y, por tanto, pérdidas energéticas.

VIDRIOS					
Hueco	Marca	Tipo	U (W/m ² K)	g	TL
Huecos patios	Base datos CTE	Dobles BE 4/12/3+3	1.60	0.60	-
Puerta entrada	Base datos CTE	Dobles BE 4/12/3+3	1.60	0.60	-
Huecos verticales	Base datos CTE	Dobles BE 4/12/3+3	1.60	0.60	-
Lucernarios	Base datos CTE	Dobles BE 4/12/3+3	2.20	0.60	-

Los vidrios utilizados son vidrios con cámara de aire de los presentes en el catálogo de elementos constructivos del CTE, utilizados como soluciones típicas de esta primera situación convencional.

4.2. Definición geométrica

En este momento se empieza a modelar en 3D la geometría del edificio, empezando por rellenar la pestaña de opciones, en la que se pueden introducir datos como la orientación del edificio, el radio de las esferas, y asignar un tipo de composición a los elementos de forma automática. Las siguientes dos imágenes lo muestran.

La orientación del edificio, como se ha indicado anteriormente, es de 285º.

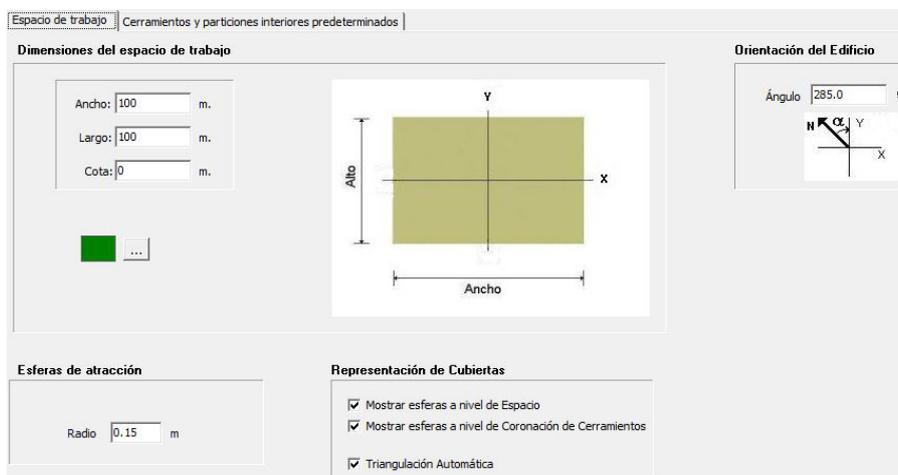


Imagen 4. Opciones-Espacio de trabajo

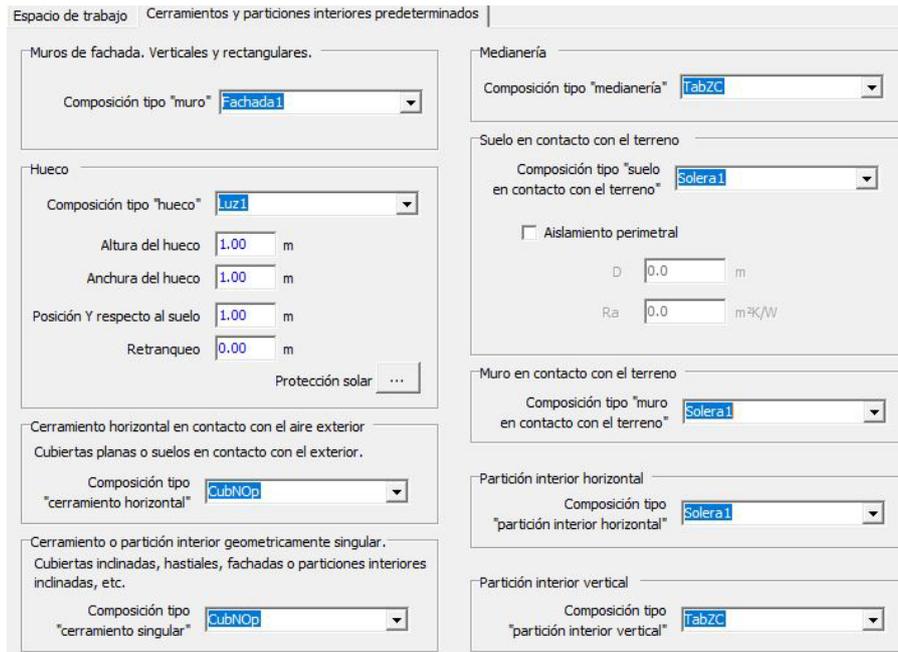


Imagen 5. Opciones-Cerramientos predeterminados

Es en este momento cuando se empieza con la construcción en 3D del edificio en el programa. Para ello, previamente se han dibujado unas líneas auxiliares en un archivo .dxf, con línea simple. Se ha utilizado una aplicación externa al programa HULC para la importación de estas líneas auxiliares, ya que las importa de manera más precisa y permite hacerlo tanto con líneas 2D como con líneas 3D, cosa muy útil en este proyecto.

La aplicación mencionada se llama DXFaCTE (versión 1.3.1) y es una aplicación creada por Rubén Castiñeiras Lorenzo, quien la creó por necesidades personales y la ofrece de forma gratuita para quien pueda serle de utilidad.

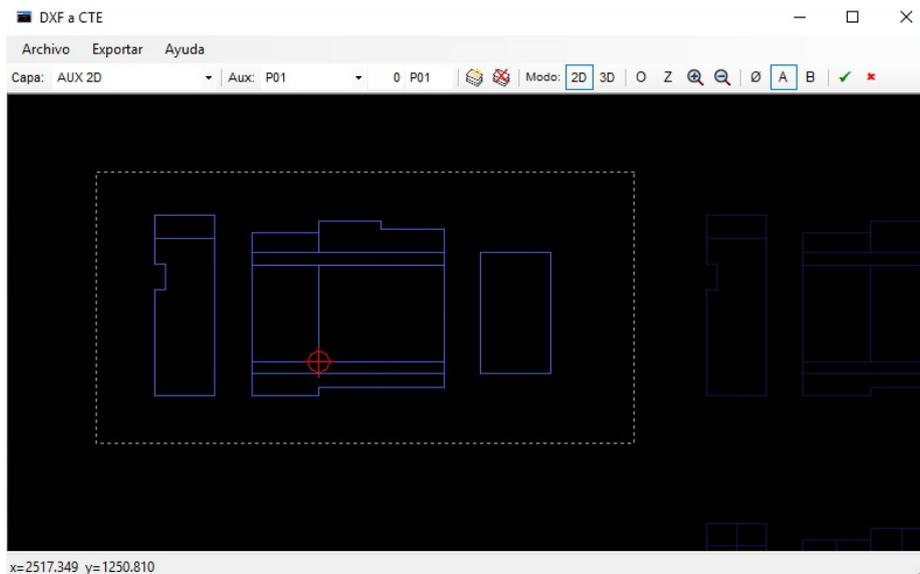


Imagen 6. Aplicación DXFaCTE líneas 2D y 3D

Una vez creadas estas líneas auxiliares con la aplicación, se pueden importar a la Herramienta Unificada para comenzar a crear los cerramientos.

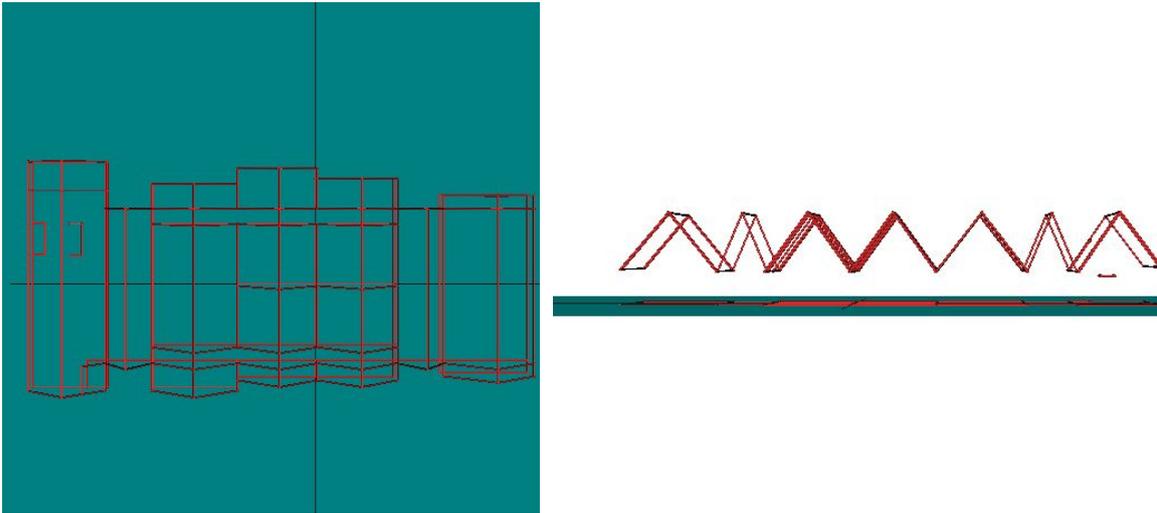
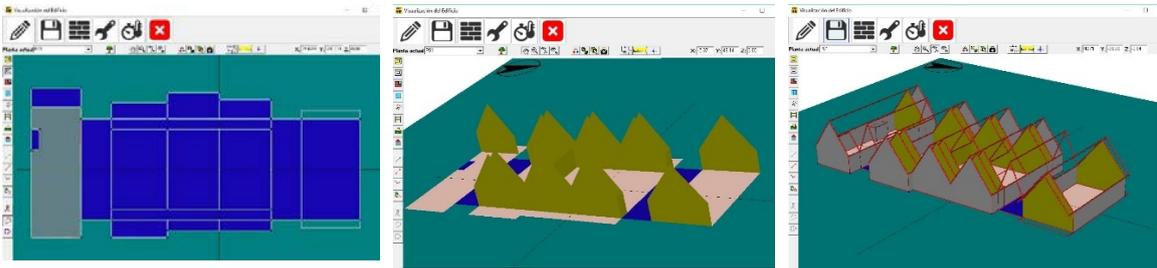


Imagen 7. Importación de las líneas auxiliares con la aplicación DXFaCTE

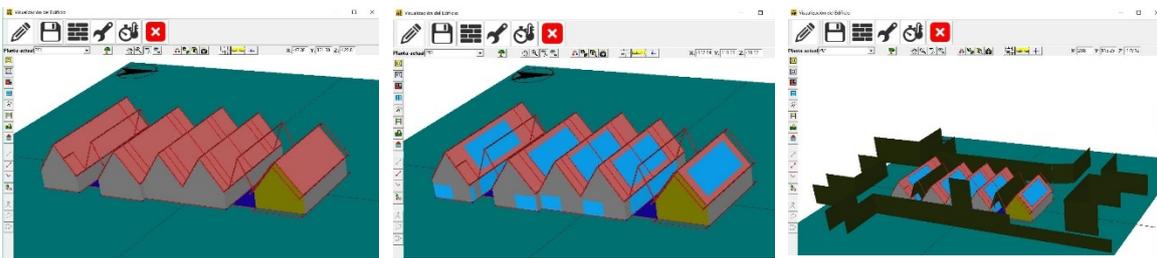
El orden para crear el edificio en el programa será el mostrado en las siguientes imágenes:



1.- Creación de planta y división de los espacios con las herramientas de crear planta y crear espacios

2.- Crear la solera con forjados automáticos y modelar particiones interiores con líneas 3D

3.- Extruir las fachadas como elementos exteriores utilizando líneas auxiliares 3D



4.- Modelizar las cubiertas como elementos exterior y posteriormente cambiar a elemento cubierta. Así evitamos la triangulación de cubierta

5.- Añadir los huecos según su tipo a cada cerramiento exterior. No disponen de protecciones solares, tan solo las fachadas laterales.

6.- añadir la sombra producida por los edificios adyacentes y la sombra de la cubierta de los patios, que son espacios exteriores.

Imagen 8. Modelización del edificio paso a paso (conjunto de imágenes)

4.3. Condiciones operacionales y funcionales

Las condiciones operacionales son los escenarios en los que opera el edificio en cuanto a cargas internas por ocupación, equipos e iluminación, ventilación e infiltraciones, temperaturas de consigna para calefacción y refrigeración y horarios.

En la situación inicial no tenemos ningún tipo de control en cuanto a los horarios de funcionamiento de los equipos de calefacción y refrigeración, iluminación, ventilación... mas que el encendido y apagado completo de cada uno de los equipos. Por ello utilizaremos las condiciones operacionales por defecto que proporciona el programa, que incorporan unos horarios de uso y condiciones estándar para cada tipo de espacio.

Estas condiciones operacionales son necesarias definir las en HULC antes de realizar la exportación a Calener GT, pues más adelante no será posible editarlas, si se quiere realizar algún cambio habrá que crearlo de nuevo.

4.3.1. Tipos de espacios

El programa HULC admite los siguientes tipos de espacios para edificios terciarios:

- Acondicionado: Un espacio que dispone de sistema de refrigeración y / o calefacción
- No acondicionado: No va a disponer de sistema de acondicionamiento.
- No habitable: Para espacios no habitados como desvanes, pasos de instalaciones, vacíos sanitarios o huecos de ascensor.

El edificio en cuestión únicamente tiene, de los espacios que se han modelizado, espacios habitables acondicionados y espacios habitables no acondicionados, los cuales se indican en la siguiente tabla.

<u>Espacio</u>	<u>Uso</u>	<u>Sup. (m²)</u>	<u>Tipo</u>	
E01	Vestíbulo, bar, conserjería	140.42	A	A: <i>Acondicionado</i>
E02	Despachos 1 y 2	20.72	A	
E03	Gimnasio/Aula salud	99.60	A	
E04	Aulas	184.80	A	
E05	Despachos 3 y 4	19.92	A	
E06	Sala multiusos	131.37	A	
E07	Vestuarios	52.36	NA	
E08	Aseos, camerinos	47.41	NA	
E09	Corredor oeste	36.74	NA	
E10	Corredor este	36.74	NA	

Tabla 4. Tipos de espacios

4.3.2. Cargas térmicas

Debido al propio carácter del edificio de Centro Cívico Cultural y de los espacios de los que dispone (vestíbulo-sala exposiciones, gimnasio, sala multiusos, aulas cocina, música, informática...) podemos asumir que serán de alta carga interna. El grado de ocupación de personas, los equipos que integra y su horario de uso así lo determinan.

A continuación se presentan unas imágenes de las cargas que se han utilizado en la situación convencional del edificio.

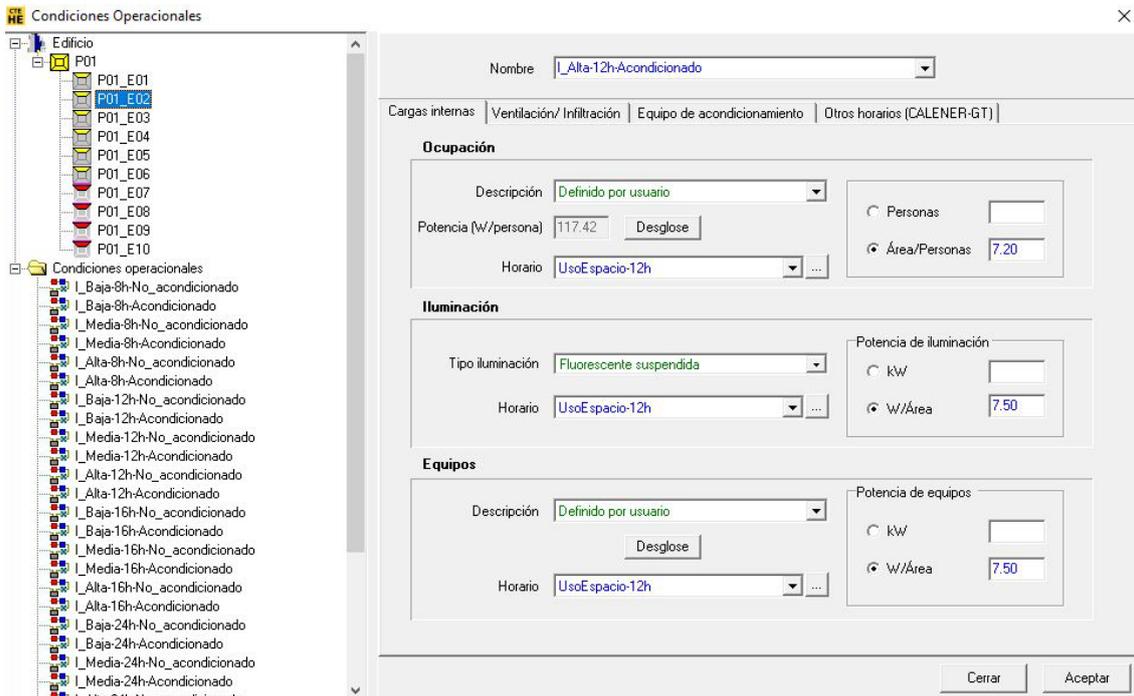


Imagen 9. Cargas ocupación, iluminación y equipos espacios acondicionados y no acondicionados

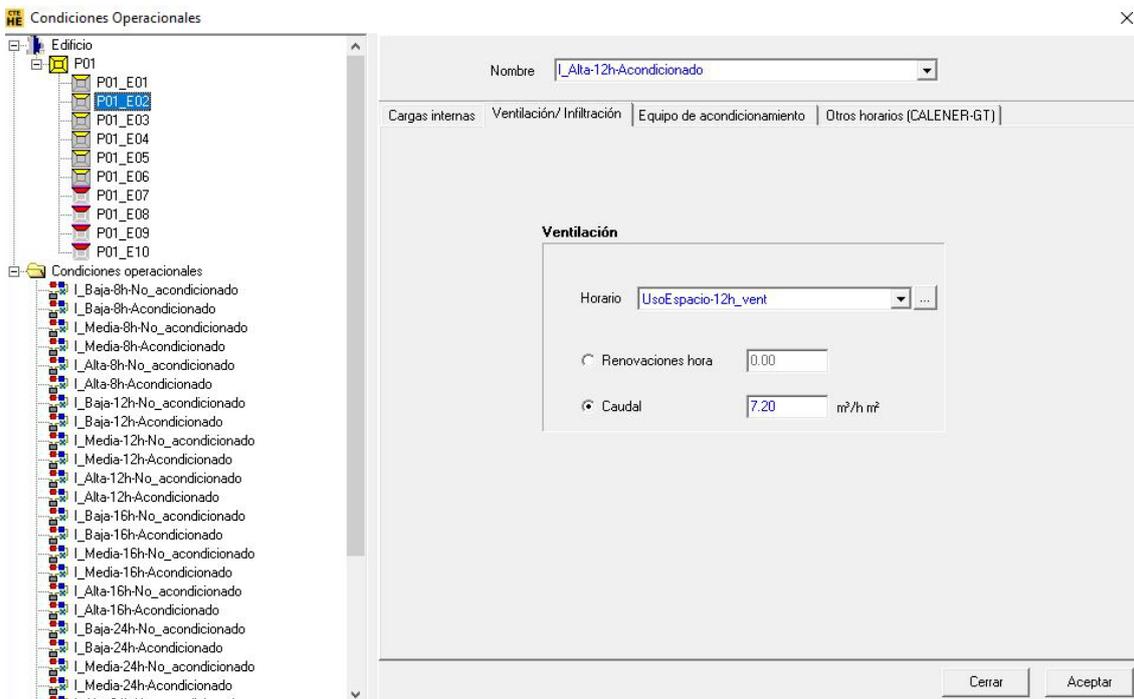


Imagen 10. Ventilación en situación convencional

Los índices de carga que se han utilizado para la situación convencional son los que trae por defecto el programa para cada tipo de espacio y horas de uso, que forman parte de unas condiciones estándar válidas para los edificios que se simulen con este programa.

4.3.3. Horarios de uso

El horario de apertura del Centro Cívico es de 7:00h a 15:00h y de 17:00h a 21:00h en días laborales, menos el sábado que el horario de apertura será de 7:00h a 15:00h, los domingos y festivos permanecerá cerrado. Por lo tanto, el tiempo de apertura será de 12 horas entre semana y de 8 horas el sábado.

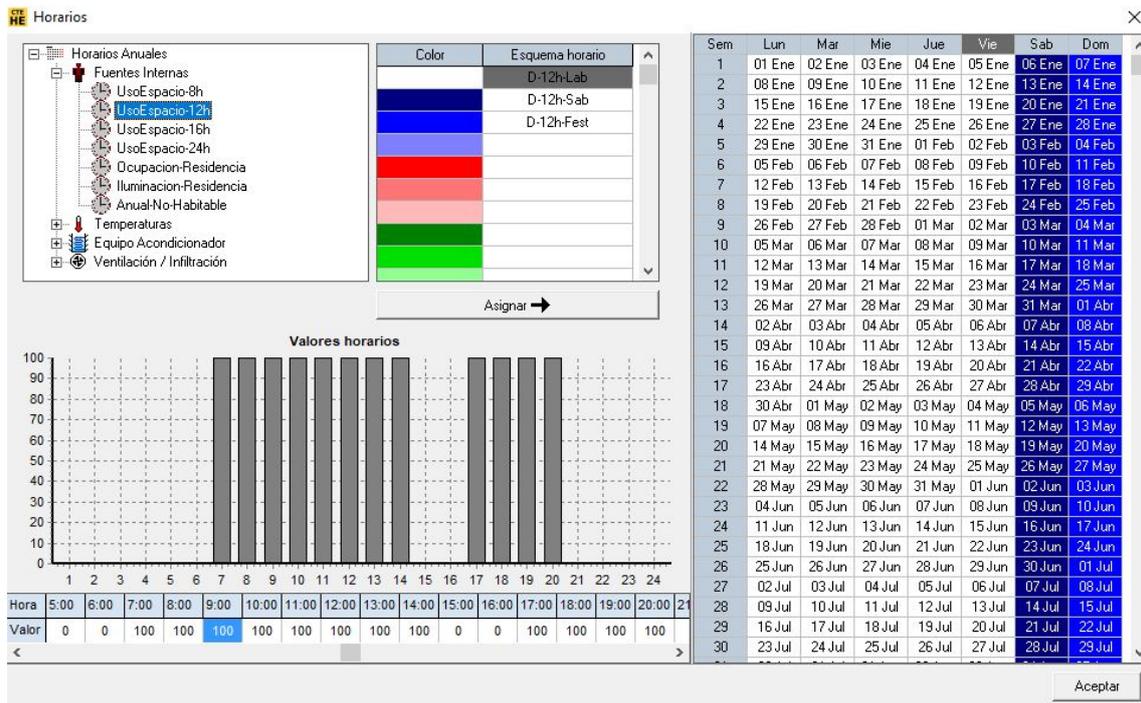


Imagen 11. Ejemplo de horarios en HULC

Lo que podemos observar en la imagen 11, es la forma de poder ver qué horarios por defecto incorpora el programa HULC y, por tanto, cuáles son los horarios que el programa va a tener en cuenta para realizar el cálculo, y también la forma de crear propios horarios.

Estos horarios se pueden exportar a Calener GT, no siendo necesario volver a introducirlos una vez se ha pasado al otro programa.

4.4. Puentes térmicos

La explicación sobre qué es un puente térmico y las implicaciones que tiene en el edificio se explican más adelante, en el apartado 9.2.6. Puentes térmicos. Aquí simplemente se detallan las características de los puentes térmicos introducidos en el programa HULC en la situación convencional. Este tipo de puentes térmicos atiende a unas características de construcción típica, en las que no se tienen muy en cuenta las pérdidas energéticas en estas

zonas. Los puentes térmicos considerados son bastante más grandes que en un edificio en el que se han tenido en cuenta estas pérdidas, pero aun así son moderados.

Se han introducido de acuerdo con el DA del DB-HE/3 Puentes Térmicos, como puentes térmicos sin continuidad en el aislamiento. El programa HULC integra, en el correspondiente apartado, este catálogo, de manera que la introducción de estas pérdidas es sencilla. Se adjunta una imagen de ejemplo.

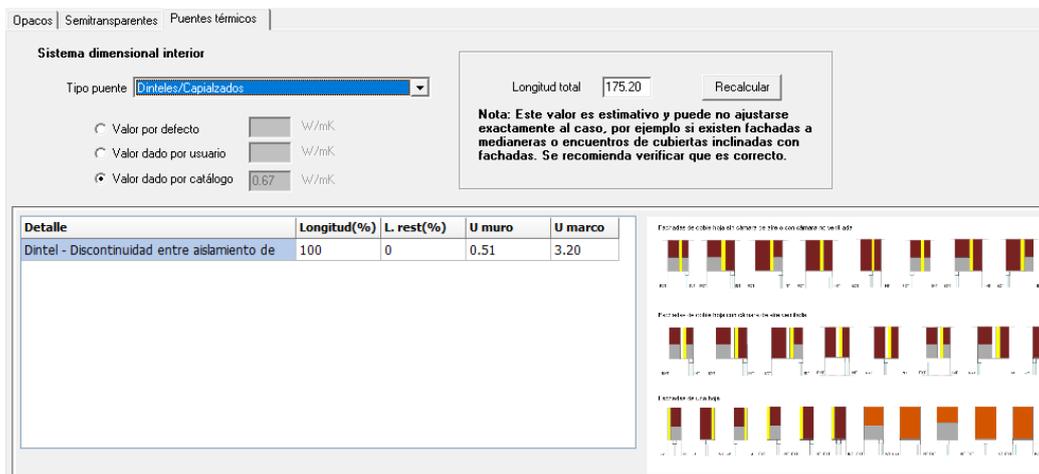


Imagen 12. Ejemplo introducción de puente térmico en HULC

El cálculo de la longitud del puente térmico la realiza el programa automáticamente, obteniendo su longitud de la modelización en 3D del edificio, siendo trabajo del usuario únicamente introducir el tipo de detalle de puente térmico y las demás características que necesita el programa. En la siguiente tabla se indica los valores obtenidos para cada puente térmico.

Tipo PPTT	Longitud (m)	Continuidad	Valor catálogo (W/mK)
Frentes de forjado	-	-	-
Cubierta con fachada	487.91	NO	0.94
Esquinas exteriores	36.61	SÍ	0.09
Esquinas interiores	14.57	SÍ	-0.12
Suelo exterior	-	-	-
Alféizar	175.20	NO	0.47
Dinteles	175.20	NO	0.67
Jambas	183.70	NO	0.57
Pilares	-	NO	1.55
Suelo con fachada	69.72	NO	0.55

Tabla 5. Características de PPTT en situación convencional

De la anterior tabla es necesario explicar lo siguiente:

- No se tienen PPTT en frentes de forjado porque el edificio se distribuye en una sola planta, por lo tanto, no hay forjados.
- El valor de transmitancia lineal del puente térmico de esquina interior es negativo, porque, debido a su forma geométrica, la dimensión exterior con la que

intercambia calor es menor que la interior. Esto produce que las esquinas hacia el interior sean más aislantes que el resto de la fachada

- Pese a haber un suelo exterior en la modelización, no se tiene en cuenta su puente térmico en este apartado, porque es un suelo de vidrio (en la puerta de entrada) que está modelizado como un hueco. Sus pérdidas energéticas por puente térmico se tienen en cuenta en los apartados de jambas, alféizar y dintel.
- La longitud de puente térmico de pilares no tiene valor porque el programa ya tiene en cuenta esa longitud internamente, al introducir el número de pilares en cada uno de los espacios.

5. CÁLCULO DE LA VERIFICACIÓN DEL LÍMITE DE DEMANDA, HE1

En este momento ya se tienen todos los datos necesarios para realizar el cálculo de la Verificación del Límite de Demanda Energética de calefacción y refrigeración, que se corresponde al HE1 del DB-HE del CTE.

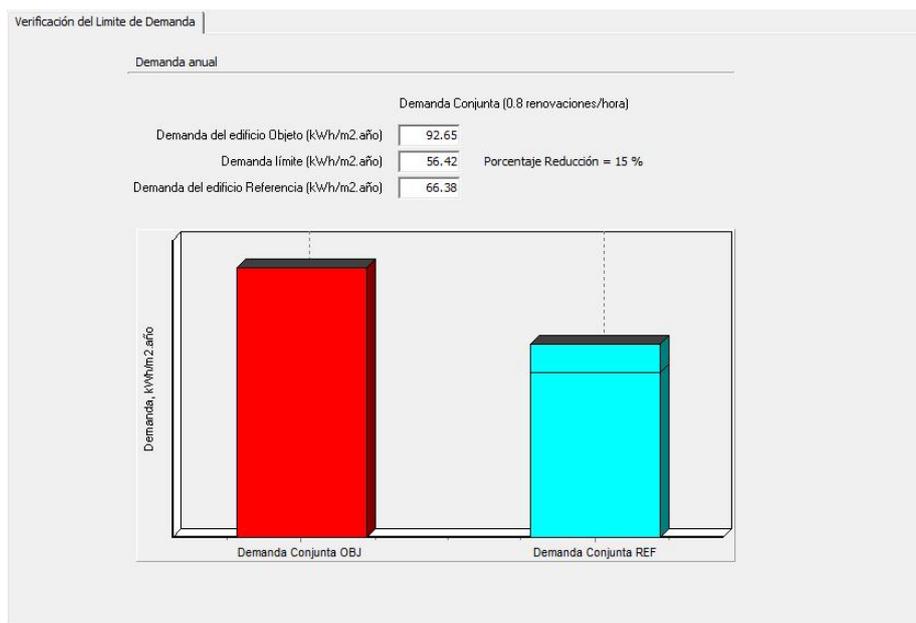


Imagen 13. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda (HE1) situación convencional

Los resultados indican que el edificio no cumple las condiciones exigidas en el documento del CTE previamente mencionado, pues la demanda del edificio objeto supera la demanda límite del edificio de Referencia. Se observa que, en grandes edificios terciarios, las demandas de calefacción y refrigeración se exponen como una demanda conjunta, pudiendo cumplir en una de ellas y la otra no. Esto, en el caso actual de la situación convencional, es desfavorable, pero en otras situaciones puede ser algo que beneficie para cumplir esta exigencia. Sin embargo en el caso con mejoras, que se expondrá en apartados posteriores, se tratará de obtener, además de la demanda conjunta, las demandas por separado de calefacción y refrigeración.

Demanda conjunta del edificio objeto	Demanda límite	Demanda del edificio de Referencia
92.65 kWh/m ² año	56.42 kWh/m ² año	66.38 kWh/m ² año

Tabla 6. Resumen de resultados de la Verificación del Límite de Demanda

Otra cosa reseñable de estos resultados es que el programa nos indica que el edificio tiene un porcentaje de reducción o ahorro mínimo del 15% respecto al edificio de referencia. Esto quiere decir que la demanda del edificio Objeto debe ser, como máximo, el 85% de la demanda del edificio de Referencia. Esto viene estipulado según el tipo de carga interna que calcula el programa con las condiciones operacionales, que en este caso el programa lo tiene en cuenta como alta carga interna.

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%**

* El cálculo debe efectuarse suponiendo para el edificio objeto y para el edificio de referencia una tasa de ventilación de 0,8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación
 ** No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Tabla 7. Porcentaje mínimo de reducción de la demanda conjunta. Tabla 2.2 del DB-HE1 del CTE

6. EXPORTACIÓN A CALENER GT

6.1. Corrección de errores de exportación

Durante la exportación a Calener GT, es bastante común que el programa avise sobre la existencia de algunos errores. Esto se debe a que el programa Calener GT es un programa diferente e independiente a HULC y tienen ciertas diferencias que generan estos errores. En los apartados siguientes se explica cómo se han solucionado esos errores.

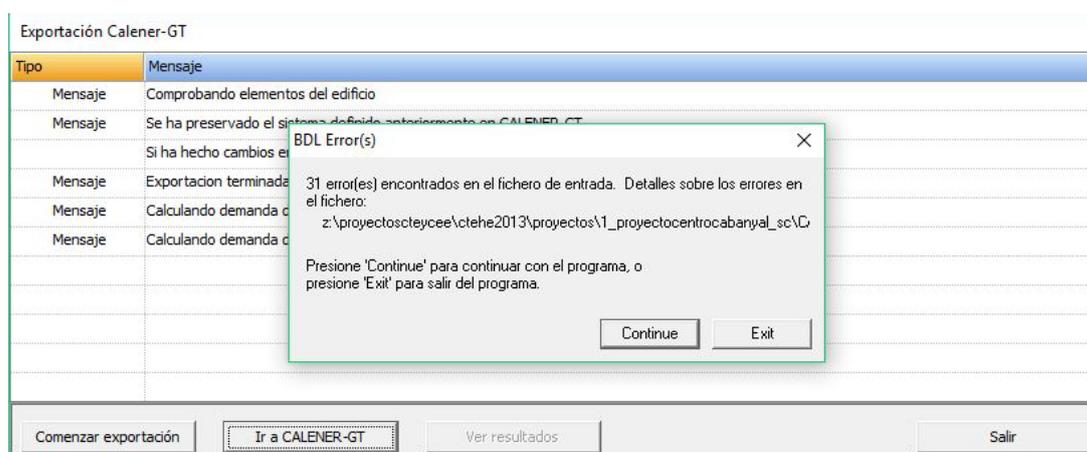


Imagen 14. Errores de exportación a Calener GT

Al abrir como bloc de notas el archivo .BLD correspondiente de la carpeta del archivo de Calener GT se observa que esos errores atienden a:

- Errores en las capas de materiales que componen los cerramientos de la envolvente. El programa Calener GT en ciertas ocasiones no interpreta bien los cerramientos importados de HULC y hay que retocarlos.
- Algunos cerramientos tienen absorbtividad negativa o superior a lo permitido.
- La zona climática de la localidad no está establecida.
- El programa no tiene creadas las zonas térmicas a las que asignar los equipos, zonas térmicas que son algo diferente a los espacios, pero que deben tener asignado un espacio.
- El archivo no tiene introducido ningún equipo de acondicionamiento.
- Las sombras de edificios adyacentes han cambiado de orientación. Esto se debe a las diferentes referencias cartesianas que tienen los dos programas.
- Las alturas de algunos espacios han cambiado.

6.1.1. Cerramientos de la envolvente térmica

El principal problema con los cerramientos es que algunas capas de materiales desaparecen o son sustituidas por otros, con unas propiedades distintas a los del proyecto. Se debe tener en cuenta que cada cerramiento, Calener GT lo define tres veces, una con su composición de exterior a interior y otras dos de interior a exterior. La imagen siguiente ilustra la problemática con las capas de materiales.

	Nombre	Material 1ª capa	Espesor (m)	Material 2ª capa	Espesor (m)	Material 3ª capa	Espesor (m)	Material 4ª capa
1	CubNOp	Vidrio_8T	0.008	ire sin ventilar horizontal 5	0.050	Subcapa fieltro	0.003	o de carbono CO2 [0.034 W/[n
2	I_CubNOp	FUr310_12	0.150	o de carbono CO2 [0.034 W/[n	0.080	Subcapa fieltro	0.003	ire sin ventilar horizontal 5
3	T_CubNOp	MTRLDLTRRN	0.300		0.150	o de carbono CO2 [0.034 W/[n	0.080	Subcapa fieltro
4	CubSOp	Taja de arcilla cocida	0.010	mente ventilada horizontal 10	0.050	propileno dieno monómero [EP	0.004	o de carbono CO2 [0.034 W/[n
5	I_CubSOp	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.010		0.150	o de carbono CO2 [0.034 W/[n	0.080	propileno dieno monómero [EP
6	T_CubSOp	MTRLDLTRRN	0.300	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.010	o de carbono CO2 [0.034 W/[n	0.150	o de carbono CO2 [0.034 W/[n
7	Fachada1	revoco/enlucido 1800 < d < 2C	0.010	trico o catan 60 mm < G < 80	0.115	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]	0.050	aire sin ventilar vertical 2
8	I_Fachada1	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.010	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	aire sin ventilar vertical 2	0.050	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]
9	T_Fachada1	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.010	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	aire sin ventilar vertical 2	0.050	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]
10	Medpatios	VidrioPatios	0.025		n/a		n/a	
11	I_Medpatios	VidrioPatios	0.025		n/a		n/a	
12	T_Medpatios	MTRLDLTRRN	0.300	VidrioPatios	0.025		n/a	
13	Solera1	MTRLBS	0.100	MTRLSLNT	0.059	MTRLBS	0.100	
14	I_Solera1	MTRLBS	0.100	MTRLSLNT	0.059	MTRLBS	0.100	
15	T_Solera1	MTRLBS	0.100	MTRLSLNT	0.059	MTRLBS	0.100	
16	TabZC	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	
17	I_TabZC	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	
18	T_TabZC	MTRLDLTRRN	0.300	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15
19	TabZH	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	
20	I_TabZH	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	
21	T_TabZH	MTRLDLTRRN	0.300	Enlucido de yeso 1000 < d < 15	0.015	de LH doble [60 mm < E < 90 r	0.070	Enlucido de yeso 1000 < d < 15

Imagen 15. Errores de exportación de capas de materiales

Estos errores simplemente se corrigen cambiando los materiales por los originales, teniendo en cuenta que aquellos definidos como *I_Cerramiento* y *T_Cerramiento* llevan sus capas al revés que el *Cerramiento* “a secas”, y que aquellos cerramientos en contacto con el terreno, como la solera, debe llevar un material de *suelo coherente con la humedad natural*. Este material lo incorpora la base de datos del programa.

6.1.2. Sombras de otros edificios

La exportación de la geometría a Calener GT también introduce errores, como en la orientación de las sombras. El programa HULC representa el azimut de las sombras de edificios del entorno respecto al eje Y del espacio de trabajo, mientras que Calener GT lo hace respecto a la orientación norte. Esto produce que en Calener GT estas sombras hayan sufrido un giro, que coincide con el ángulo que hay entre la orientación norte del edificio y el eje Y del espacio de trabajo en HULC. Por tanto, lo que se debe hacer para solucionar esto es un giro de estas sombras con una matriz de rotación.

Los detalles de cómo se ha solucionado este giro se detallan en el apartado de cálculos.

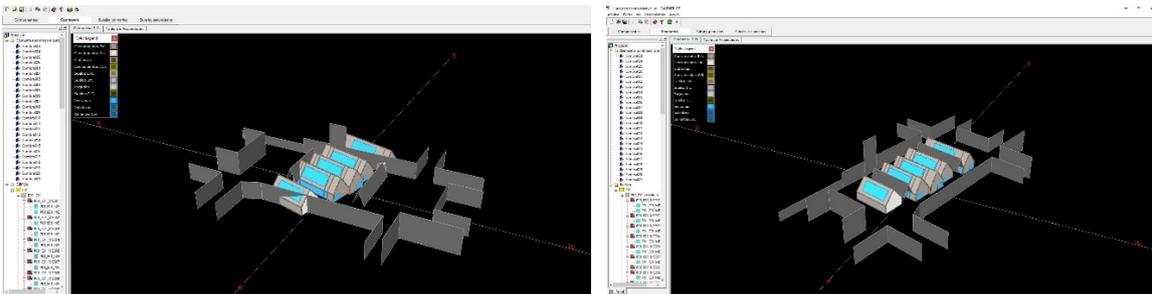


Imagen 16. Vista de sombras desorientadas y corregidas

Como se puede observar en la imagen 16, el edificio tiene la orientación correcta, sin embargo, son las sombras las que se han movido. Esto se debe a lo explicado anteriormente, y lo que se ha hecho es rotar la orientación de las sombras el mismo ángulo que hay entre el eje Y del programa HULC y la orientación norte del edificio.

6.1.3. Otros

Los siguientes errores que se corrigen, atienden a volver a introducir la zona climática de la localización del edificio, rectificar la absorptividad de los cerramientos y la altura de los espacios.

	Nombre	Polígono	Altura (m)	Área suelo (m ²)	Volumen (m ³)	Localización Orig.Coord.	X O.Coord. (m)	Y O.Coord. (m)	Z O.Coord. (m)	Azimut O.C. (°)
1	P01_E01	P01_E01_Poligono2	4.20	140.42	589.78	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
2	P01_E02	P01_E02_Poligono3	5.81	20.72	120.38	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
3	P01_E03	P01_E03_Poligono4	5.81	99.60	578.68	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
4	P01_E04	P01_E04_Poligono5	5.81	184.80	1 073.68	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
5	P01_E05	P01_E05_Poligono6	5.81	19.92	115.74	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
6	P01_E06	P01_E06_Poligono7	5.81	131.37	763.28	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
7	P01_E07	P01_E07_Poligono8	5.81	52.36	304.21	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
8	P01_E08	P01_E08_Poligono9	5.81	47.41	275.43	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
9	P01_E09	P01_E09_Poligono10	5.81	36.73	213.42	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0
10	P01_E10	P01_E10_Poligono11	5.81	36.74	213.44	Misma que la planta	0.00	0.00	0.00	0.0

Imagen 17. Error de altura en espacios

Los últimos errores existentes en el archivo atienden a que no hay definido ningún tipo de sistema para las instalaciones ni las zonas térmicas a climatizar.

6.2. Definición de los sistemas propuestos

6.2.1. Sistemas de calefacción y refrigeración

Los sistemas de refrigeración y calefacción que se proponen para la situación inicial son cuatro unidades compactas de bomba de calor aire-aire. Una unidad compacta para la barraca 1, dos unidades compactas para las barracas 3, 4 y 5, y una última unidad compacta para la barraca 7. Estas bombas de calor serán de configuración horizontal, puesto que se van a colocar en el altillo dentro del edificio con salida por fachada. La distribución del aire climatizado será por conductos, que irán por el interior de las fachadas laterales de las barracas, y tendrán un retorno no conducido, es decir, directo.

Las características de estos sistemas se exponen en la siguiente tabla.

Equipo	Esp	Uso	Pot. Ref. (kW)	EER	C. Ref. (kW)	Pot. Cal (kW)	COP	C. Cal. (kW)	Caudal (m ³ /h)	Recup. Calor
Unidad compacta 1	E01	Vestíbulo, bar, conserjería	20.0	2.8	7.14	22.0	2.9	7.59	6000	NO
	E02	Despachos 1 y 2								
Unidad compacta 2	E04	Aulas	22.5	2.7	8.33	25.0	2.8	8.93	8000	NO
Unidad compacta 3	E03	Gimnasio/Aula salud	15.5	2.9	5.34	16.8	3.0	5.60	5000	NO
	E05	Despachos 3 y 4								
Unidad compacta 4	E06	Sala multiusos	15.5	2.9	5.34	16.8	3.0	5.60	5000	NO

Tabla 8. Características sistemas de climatización de la situación convencional

Este es un tipo de sistema muy cómodo, pues se trata de una bomba de calor que tiene todos sus elementos dentro de un mismo cuerpo. Pero estos equipos en concreto no incorporan tecnologías como recuperación de calor, free-cooling o pretratamientos de aire, lo cual disminuye su eficiencia y limita sus prestaciones. En la siguiente imagen se muestra el esquema de los sistemas ya introducidos en el programa y una de las ventanas de uno de los equipos.

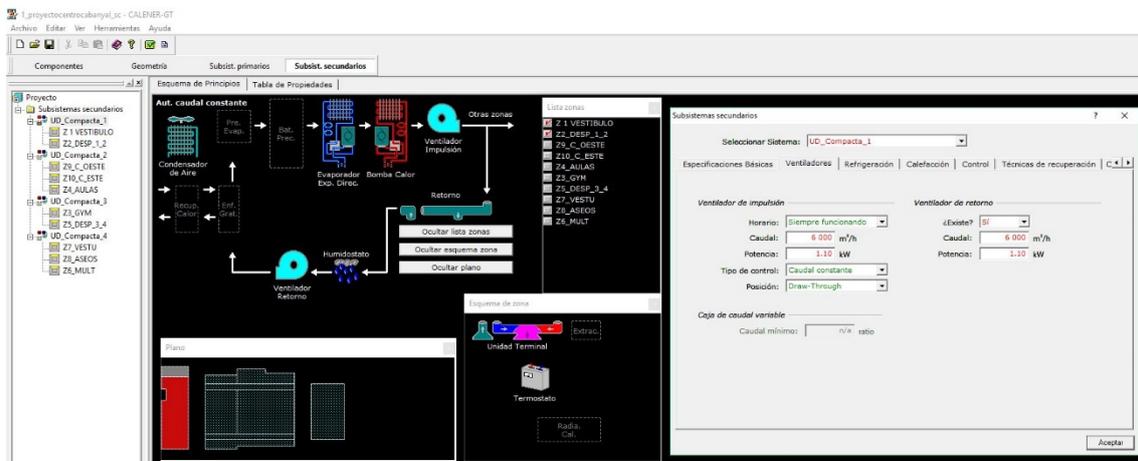


Imagen 18. Esquema de subsistemas secundarios en Calener GT de la situación convencional

6.2.2. Creación de zonas térmicas

Con el fin de poder simular el edificio, a parte de los espacios, se debe asignar a cada uno de ellos una zona térmica, que especifique el tipo de espacio que es (acondicionado, no acondicionado y no habitable), el espacio al que pertenece y, dependiendo del sistema al que lo vamos a relacionar, los requerimientos de climatización de ese espacio como potencias de calefacción y refrigeración, caudales de aire, renovaciones hora del espacio, temperaturas de consigna, tipo de termostato...

En la *imagen 18* se puede ver que las zonas térmicas ya están asignadas a sus sistemas de climatización correspondientes. Además de las zonas térmicas de los espacios acondicionados, también es necesario crear la de los no acondicionados y asignarlos a algún sistema, no importa cual, para poder realizar al cálculo. Si no se hace esto, el programa interpreta que faltan zonas térmicas por asignar. Aunque se asigne una zona térmica de un espacio no acondicionado a un sistema de climatización, este espacio no computará como climatizado, y el equipo no tendrá mayor consumo por ello.

6.2.3. Sistemas de ACS

El edificio en cuestión dispone de unos vestuarios con duchas para que los usuarios las puedan utilizar después del gimnasio o aula de salud, por lo tanto tiene una demanda de Agua Caliente Sanitaria que se debe cubrir con unos equipos. Para un primer momento, se pensó en utilizar dos termos eléctricos en paralelo de 300 L cada uno apoyados por un sistema solar térmico en cubierta que cubriese el 50% de la demanda. Por lo tanto, este es el sistema que se va a utilizar en la situación convencional. Como ya se ha dicho el sistema son dos termos eléctricos cuyas características se especifican en la siguiente tabla.

Equipo	Uds	Fuente de energía	Demanda (L/día)	Potencia (kW)	Volumen (L)	Rend	Apoyo solar
Termo eléctrico	2	Electricidad	1170.00	3.00	300.00	1.00	50.00%

Tabla 9. Características termos eléctricos en la situación convencional

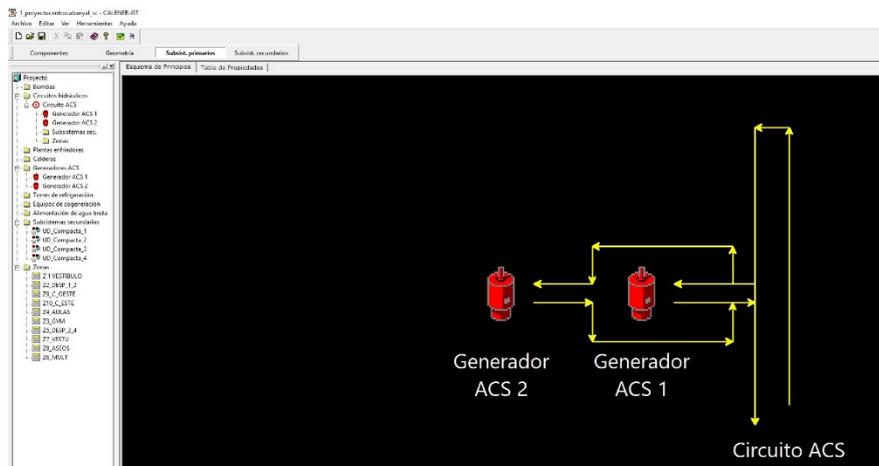


Imagen 19. Esquema de equipos ACS en Calener GT de la situación convencional

7. SIMULACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

En este momento ya se tienen todos los datos necesarios introducidos y se han corregido los errores de exportación, por tanto se procede a realizar la simulación energética del edificio en la situación convencional.

7.1. Calificación obtenida

Los resultados obtenidos de la calificación energética del edificio con Calener GT son los siguientes:

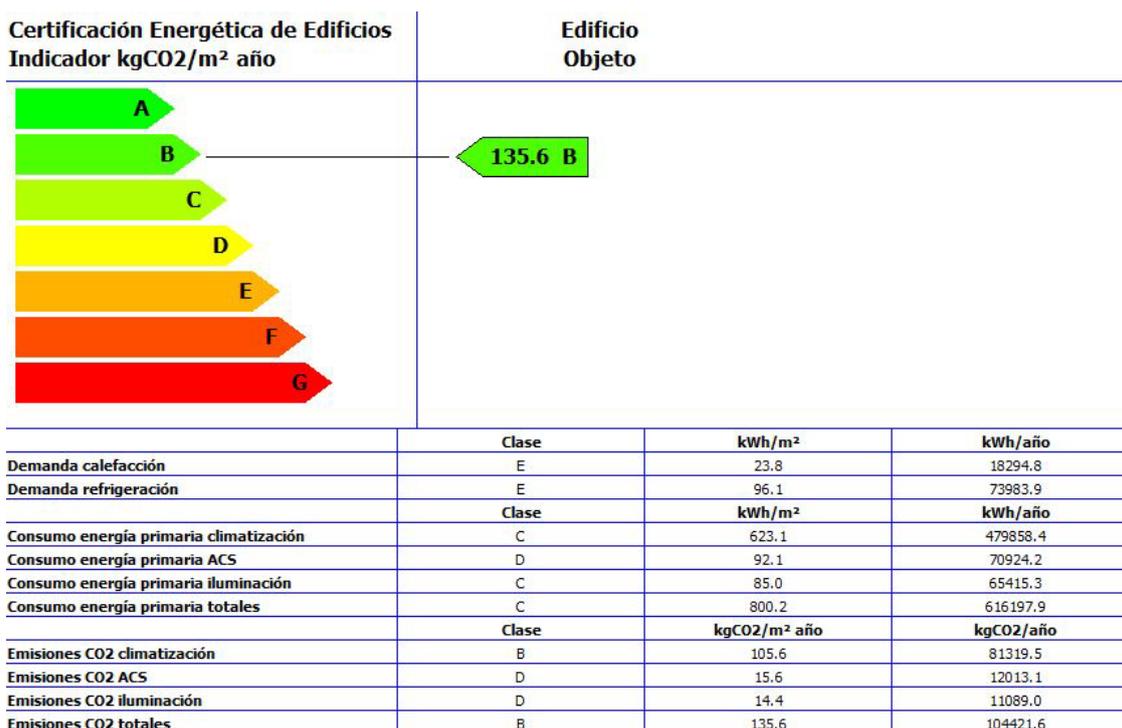


Imagen 20. Calificación energética del edificio en situación convencional

El resultado global de emisiones de CO₂ es una B, lo cual no es una calificación mala, pero fijándose en los indicadores de consumo de energía primaria y emisiones de CO₂ para climatización, iluminación y ACS, se puede ver que sus resultados no son tan buenos. Aparecen calificaciones tipo C e incluso D, y sus consumos de energía primaria y emisiones de CO₂ son muy elevados.

Estos consumos y emisiones tan elevados se deben a los sistemas que lleva integrados el edificio, los sistemas de climatización son de bajo rendimiento y no tienen capacidad de recuperación de calor, por lo consiguiente la energía que emplean en climatizar el aire interior se pierde en la ventilación, los equipos de generación de ACS no producen en agua caliente de la forma más eficiente, pues existen otros sistemas que sí lo son y la iluminación no es tipo led. Pero también son culpa de la envolvente térmica y la forma de construir el edificio, como se puede observar, las demandas de calefacción y refrigeración son de tipo E ambas, esto quiere decir que necesitan mucha capacidad por parte de los equipos de climatización, para mantener unas condiciones de temperatura agradables en el interior del edificio. En apartados posteriores se verá a qué se debe tan mala demanda térmica de calefacción y refrigeración.

8. CÁLCULO DEL HE0

El apartado HE0 del DB-HE del CTE tiene como objetivo la limitación del consumo energético en los edificios y establece los límites que no debe superar. Como el edificio objeto de proyecto pretende ser un NZEB, si no cumple este apartado del DB-HE, automáticamente se asumirá que el edificio no ha alcanzado su meta.

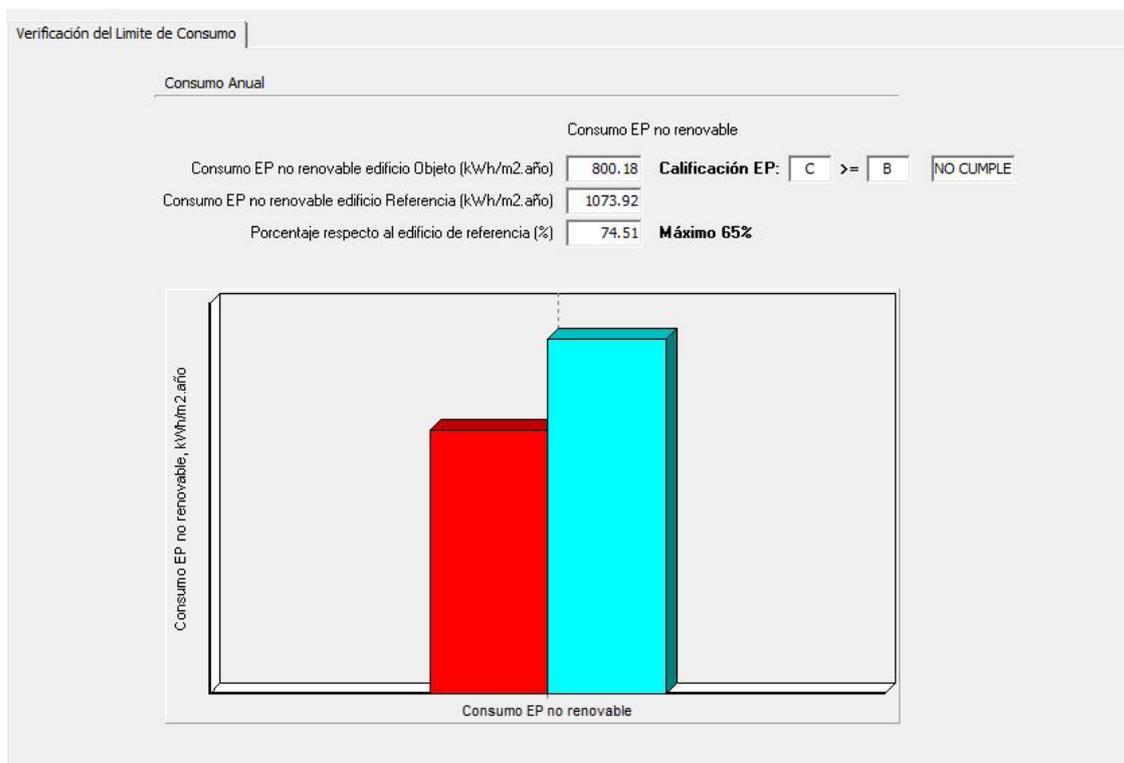


Imagen 21. Resultados de la Verificación del Consumo de Energía Primaria en la situación convencional

CEPNR Edificio Objeto (kWh/m²año)	800.18
CEPNR Edificio Referencia (kWh/m²año)	1073.92
Porcentaje respecto al edificio de referencia (%)	74.51 % (Máximo 65 %)

Tabla 10. Resumen de resultados HE0 en la situación convencional

Como puede observarse, el resultado final es que NO CUMPLE, queda descartado considerar este edificio como NZEB.

Si bien la barra roja, del edificio objeto, no supera a la barra azul, del edificio de referencia, igualmente no cumple porque supera el límite que se establece esta sección del DB-HE, que en este caso es del 65%, que se corresponde con un CEPNR de 698.05 kWh/m²año.

9. ESTUDIO DE ESTRATEGIAS DE MEJORA

Llegados a este punto, ya se ha terminado con la simulación energética del edificio en la situación convencional. Ahora, el siguiente paso consiste en proponer sistemas constructivos e instalaciones térmicas que mejoren el comportamiento energético del edificio.

Estas estrategias de mejora se dividen en dos grupos: las que refieren al mejoramiento de la envolvente térmica y las que refieren al uso de sistemas de climatización, ACS e iluminación más eficientes y a la implementación de energías renovables.

9.1. Análisis de la situación actual

Previo a proponer las estrategias de mejora, se debe hacer un análisis del edificio para saber cuáles son los puntos estratégicos que tratar para reducir la demanda energética. Este análisis incumbe a la eficiencia de la envolvente térmica.

Para este análisis se utiliza una aplicación que se llama *Visol: Visor de archivos de resultados de LIDER*, desarrollada por *Rafael Villar Burke* y *Daniel Jiménez González* y está disponible en su página web. *Visol* es una herramienta que proporciona una visualización de forma rápida del comportamiento energético del edificio en los periodos de refrigeración y calefacción, pudiendo identificar que componentes de la demanda o qué cerramientos presentan mayores pérdidas o ganancias de calor, lo que permite actuar directamente en los agentes que más influencia van a tener en las mejoras del edificio.

Con el fin de poder analizar los resultados del edificio, se necesita uno de los archivos que genera el programa HULC después de calcular la verificación de la demanda del edificio. La extensión del archivo es *.res* o *.re2* del edificio objeto (*New_BDL_O_0.8_.res*), que son las que permite leer la aplicación, y una vez abierto, se puede empezar a analizar el edificio de una forma más profunda.

En la *imagen 22* se muestra el aspecto que tiene la aplicación *Visol*, así como las posibilidades de su uso. Se puede ver, en rojo, el flujo de calor en el edificio en el periodo de calefacción, siendo un valor negativo si son pérdidas de calor, y positivo si son ganancias. En color azul se ve lo mismo para el periodo de refrigeración. Esto puede observarse para el edificio completo, para cada planta, para cada espacio e incluso para cada cerramiento; y se puede diferenciar en qué componente de la demanda se produce ese flujo de calor: a través de fachadas, de cubiertas, soleras, por puentes térmicos, transmisión ventanas, radiación ventanas, fuentes internas y ventilación e infiltración. Nota: la primera imagen de la aplicación muestra su pantalla completa para poder ver su aspecto, pero para las siguientes imágenes solo se mostrarán las partes que sean relevantes a estudio por temas de ahorro de espacio.

En la *imagen 23* se ve la evolución de las demandas de calefacción y refrigeración en cada mes del año, mostrando cuáles son los meses que mayor demanda tienen y cuánta demanda necesitan. Se puede observar que, si sumamos las demandas de refrigeración y de calefacción de cada mes, obtenemos las demandas anuales de calefacción y refrigeración. Con esto podemos establecer que las demandas anuales se calculan como sumatorio de las demandas mensuales que tiene el edificio. Esta información es útil porque se pueden establecer horarios para la actuación de protecciones solares en los meses de mayor demanda de refrigeración o diseñar un mejor control de la ventilación, por ejemplo.

Estudio de Certificación Energética de un Centro Cívico Cultural en el Cabañal NZEB

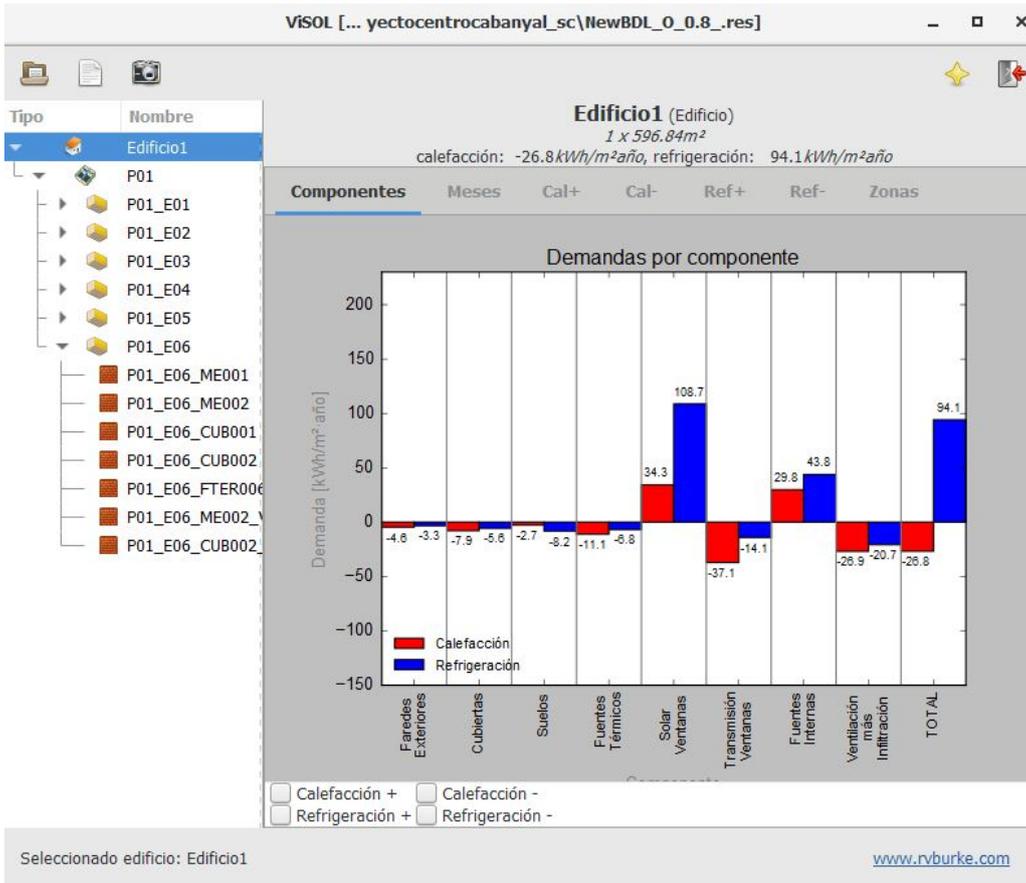


Imagen 22. Aspecto de la aplicación Visol

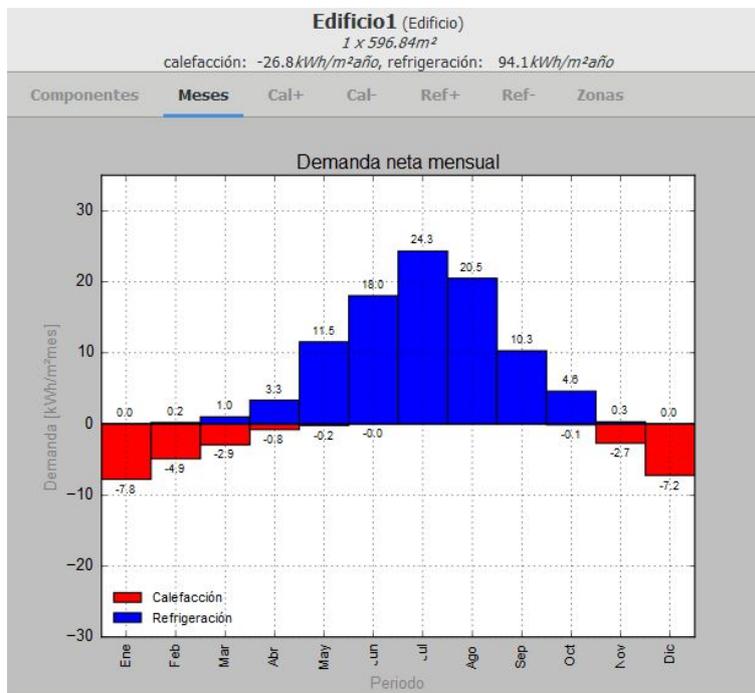


Imagen 23. Demanda del edificio en la situación convencional por meses. Visol

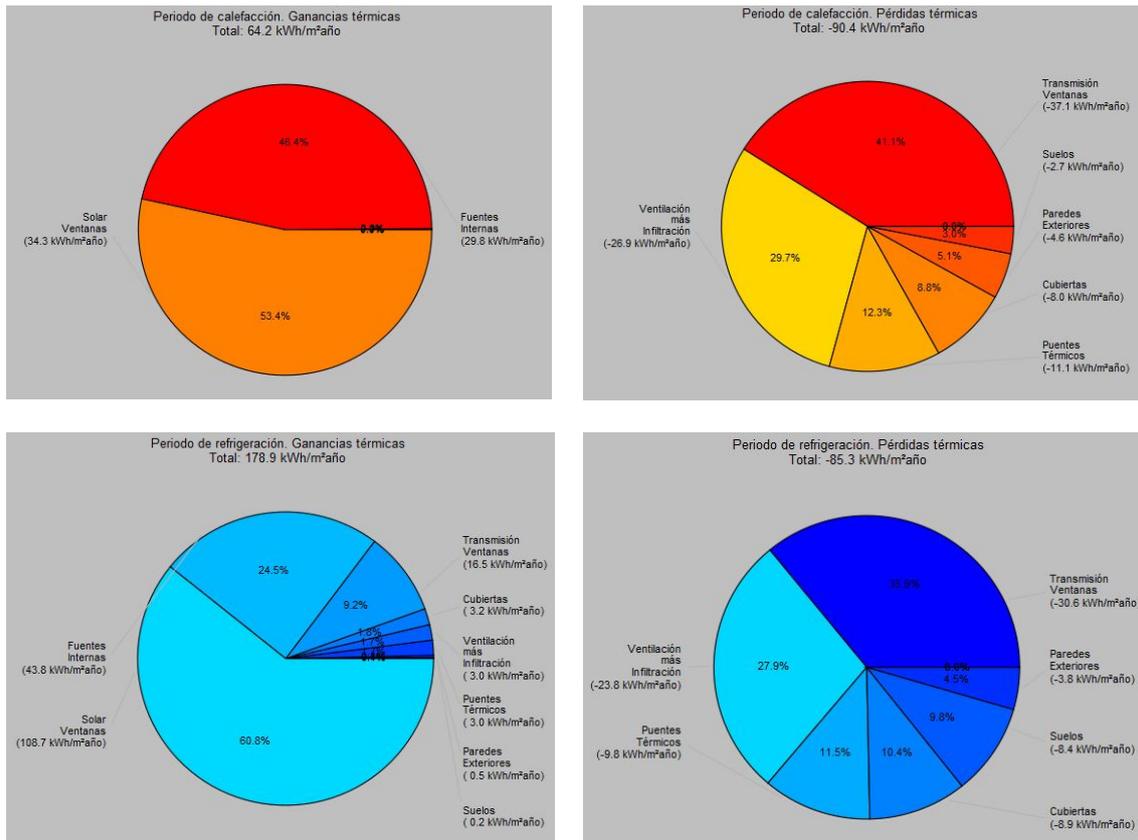


Imagen 24. Pérdidas y ganancias de calor en los periodos de calefacción y refrigeración en la situación convencional. Visol

Desde el punto de vista porcentual, también pueden verse las pérdidas y ganancias de calefacción y refrigeración, tal como se muestra en la *imagen 24*. Además, permiten observar cuales son exclusivamente las pérdidas y ganancias en cada periodo, y son a partir de estos datos con los que se construye la gráfica de la *imagen 22*, que muestra el balance de esos flujos de calor. Es otra forma de ver cuáles son los componentes que más afectan a la envolvente térmica.

Ahora se va a comentar sobre los resultados obtenidos en Visol y a qué se pueden deber. Si bien, se pueden introducir algunas soluciones, estas se desarrollarán con más detalle en su apartado correspondiente. Al igual que la aplicación se diferencian las pérdidas y ganancias de calor para el periodo de calefacción y de refrigeración.

9.1.1. Ganancias térmicas en periodo de calefacción

Estas ganancias térmicas son beneficiosas en el periodo de calefacción, ya que ayudan a reducir la demanda de calefacción del edificio, por lo tanto, en la medida de lo posible, se intentará que sean altas.

En la *imagen 22* y en la *imagen 24* puede verse que las mayores ganancias térmicas en periodo de calefacción se producen en mayor medida, por radiación solar a través de los vidrios (34.3 kWh/m²año), seguidas por la aportación de calor durante este periodo de las

fuentes internas (29.8 kWh/m²año). No existen más ganancias de calor en periodo de calefacción.

De la *imagen 23* se puede comprobar que los meses con mayor demanda de calefacción, es decir, que más energía necesitan para mantener sus condiciones de temperatura en el interior, son enero (7.8 kWh/m²mes), febrero (4.9 kWh/m²mes) y diciembre (7.2 kWh/m²mes).

Con la información de los dos párrafos anteriores se llega a las conclusiones de que es necesario permitir el paso de radiación solar a través de los vidrios durante el periodo de calefacción, de modo que si se utiliza algún tipo de protección solar, esta debe poder retirarse durante esos meses para calentar las estancias. Además, el edificio dispone de cinco grandes lucernarios en las cubiertas por los que entra la mayor parte de la radiación solar, una buena planificación del uso de estos lucernarios permitirá un gran ahorro de energía. En cuanto a las ganancias de calor debidas a las fuentes internas, estas se pueden aprovechar en el periodo de calefacción reduciendo la ventilación hasta el mínimo exigido por la normativa y utilizar un recuperador de calor, con esta combinación se conseguirá mantener el calor en el interior del edificio y reducir la demanda de calefacción.

9.1.2. Pérdidas térmicas en periodo de calefacción

Estas pérdidas térmicas son un flujo de calor hacia el exterior del edificio que empeoran el comportamiento energético del edificio y no ponerles solución, supone aumentar el consumo de energía de sus instalaciones térmicas y, en consecuencia, obtener un edificio menos eficiente. Se tratará de que los valores de estas pérdidas sean lo más bajas posibles.

Las mayores pérdidas térmicas, de acuerdo con la *imagen 22* y la *imagen 24*, se producen a través de la transmisión de calor por los huecos (37.1 kWh/m²año), seguidas por las pérdidas a través de la ventilación e infiltraciones (26.9 kWh/m²año), las pérdidas por puentes térmicos (11.1 kWh/m²año) y las cubiertas (7.9 kWh/m²año).

Con el fin de reducir las pérdidas térmicas a través de los huecos, las medidas a adoptar deben ir encaminadas a mejorar las prestaciones de las carpinterías y de los vidrios. Las carpinterías y vidrios actuales no tienen los requisitos energéticos necesarios para mantener el calor en el interior del edificio, y más teniendo en cuenta que el edificio tiene 5 grandes lucernarios en las cubiertas con orientación norte que suponen una enorme superficie acristalada que no tiene aislamiento. Al actuar en estos elementos se tendrá en cuenta la necesidad de utilizar vidrios y carpinterías mayor con capacidad aislante.

Cuando se mejoran las prestaciones de las carpinterías, también se mejora la hermeticidad de las mismas, reduciendo las infiltraciones a través de los huecos y contribuyendo a mejorar el siguiente ítem en las pérdidas térmicas en periodo de calefacción, la ventilación e infiltraciones. Para reducir aún más estas pérdidas por infiltraciones, se puede mejorar la hermeticidad del edificio, considerando la permeabilidad al aire de los cerramientos opacos y el efecto de rejillas y aireadores, y proyectando una membrana hermética líquida Blower Proof por el interior de los cerramientos. Además, esto se combina con el uso de un recuperador de calor entálpico para evitar la generación de humedades y hongos, ya que al eliminar la permeabilidad al aire de los cerramientos, se impide que estos “respiren” y

eliminen parte de la humedad que se genera dentro del edificio. Este recuperador de calor también reduce las renovaciones hora necesarias de aire climatizado, lo que supone reducir las pérdidas de calor a través de la ventilación. Esto tiene coherencia con el apartado (9.1.1. Ganancias térmicas en periodo de calefacción), y se pueden reducir estas renovaciones hora de la ventilación, cuanto se permita según normativa y manteniendo las condiciones exigidas de salubridad y calidad del aire, para mantener el calor en el interior del edificio, y utilizar un horario de ventilación especial para el periodo de calefacción.

Los puentes térmicos también influyen de manera significativa en las pérdidas energéticas del edificio, por eso es importante actuar en ellos. De hecho, en la nueva versión del DB-HE, se hace hincapié en la necesidad de reducir las pérdidas energéticas a través de los puentes térmicos debido a que éstas son importantes. Con el propósito de minimizarlas, se prevén cambios en las soluciones constructivas de fachadas, cubiertas y suelos para poder tener una continuidad del aislamiento térmico, ya que la interrupción del aislamiento genera un puente térmico. Una solución puede ser el uso de una fachada con SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior), que proporciona una continuidad del aislamiento en toda la fachada. También la colocación de un aislamiento interior de fachada, con la finalidad de que haya una continuidad con el aislamiento de la solera, y eliminar ese puente térmico. Además, se puede utilizar una cubierta de tipo panel sándwich o termochip, de manera que sea más sencillo realizar la continuidad de aislamiento.

9.1.3. Ganancias térmicas en periodo de refrigeración

Se producen como un flujo de calor hacia el interior del edificio en el periodo de refrigeración y producen un aumento del consumo energético de los equipos de refrigeración para mantener las condiciones de temperatura requeridas. Es por ello que estas ganancias térmicas no son deseadas y se deben disminuir todo lo posible.

Dichas ganancias térmicas se producen principalmente por la entrada de radiación solar a través de los vidrios (108.7 kWh/m²año), las más influyentes con mucha diferencia, ganancias debido a las fuentes internas (43.8 kWh/m²año) y aquellas que se producen en los huecos por el conjunto vidrio- marco (16.5 kWh/m²año).

Queda bastante claro que para reducir esas ganancias térmicas en periodo de refrigeración, se debe actuar en la radiación solar que entra por los vidrios. Si bien se podría utilizar un vidrio con un factor solar del vidrio (g) muy reducido, esto podría provocar que empeore el edificio en el periodo de calefacción, porque tal y como hemos visto en el anterior apartado (9.1.1. Ganancias térmicas en periodo de calefacción), estas ganancias ayudan en invierno a calentar las estancias. Mejorar el vidrio en ese aspecto supone aplicar una corrección a la radiación que entra en el edificio a través de los vidrios a lo largo de todo el año, y aunque se mejore en el periodo de refrigeración, se podría empeorar en el de calefacción. Por tanto, se debe llegar a un compromiso con el factor solar del vidrio, que no empeore demasiado en invierno y que reduzca este paso de radiación en verano. Además, se deberán utilizar elementos de protección solar estacional, que actúen exclusivamente en los periodos de mayor radiación solar. Los lucernarios son un punto clave en este asunto, y deberán incorporar estos sistemas de protección solar.

Las ganancias de las fuentes internas son las generadas por los propios usuarios del edificio, los equipos y la iluminación, de manera que son difíciles de eliminar porque se producen debido a la propia actividad del edificio. Sobre las fuentes que sí se puede actuar directamente es la iluminación, utilizando bombillas tipo led que disminuyan la potencia por metro cuadrado de las estancias y aumente la eficiencia de iluminación. En cuanto a las fuentes internas debidas a la ocupación, se pueden reducir generando horarios de uso en los que se asuma una simultaneidad en la ocupación de las estancias y, al contrario que en el apartado (9.1.2. Pérdidas térmicas en periodo de calefacción), en el cual se reducían las renovaciones hora de la ventilación para mantener el calor en el interior del edificio; ahora lo que es necesario, es aumentar estas renovaciones hora de la ventilación para disipar estas cargas generadas por las fuentes internas, e incluso que el equipo de recuperación de calor incorpore tecnología free-cooling, de forma que en aquellos momentos en los que la temperatura del aire exterior sea más baja que en el interior, el sistema realice un bypass al recuperador de calor y enfriemos las estancias de forma “gratuita”.

También existen unas ganancias de calor considerables a través de los huecos, reafirmando la necesidad de mejorar las características térmicas de vidrios y carpinterías.

9.1.4. Pérdidas térmicas en periodo de refrigeración

Las pérdidas térmicas en periodo de refrigeración son un flujo de calor hacia el exterior del edificio durante la época estival, y resultan beneficiosas para reducir la demanda de refrigeración. Éstas eliminan cargas térmicas del interior del edificio, de manera que se debe intentar que sean lo más altas posibles, sin empeorar en el resto de flujos de calor.

Las mayores pérdidas térmicas se producen a través de la transmisión por el conjunto vidrio-marco de los huecos (30.6kWh/m²año), aquellas debidas a la disipación de cargas mediante la ventilación y la infiltración (23.8 kWh/m²año), puentes térmicos (9.8 kWh/m²año), pérdidas por cubiertas (8.9 kWh/m²año) y por suelos (8.4 kWh/m²año).

Si bien, las pérdidas térmicas a través de los huecos son una forma importante de disipar cargas, en apartados anteriores se ha llegado a la conclusión de la necesidad de mejorar vidrios y carpinterías de los huecos, porque de no hacerlo, empeoraríamos en otros aspectos. De manera que debemos llegar a un compromiso en el que las características de vidrios y carpinterías sean beneficiosas tanto en periodo de calefacción como en periodo de refrigeración.

Pasa algo parecido con las pérdidas de calor a través de cubiertas y puentes térmicos en periodo de refrigeración. Presentan fugas de calor en periodo de refrigeración que benefician a la demanda final de refrigeración, sin embargo, las pérdidas térmicas que suponen estos elementos en el periodo de calefacción son mucho mayores, acentuando la necesidad de eliminar puentes térmicos y pérdidas por cubierta. Además las ganancias de calor en el periodo de refrigeración a través de estos elementos también son importantes, haciendo que el balance neto en periodo de refrigeración por estos elementos no sea tan influyente.

Por el contrario, las pérdidas de calor a través de la solera no han sido influyentes en otros apartados, excepto en este, haciendo visible la posibilidad de eliminar cargas a través de la solera, bien disminuyendo aislamiento o utilizando una solera ventilada tipo caviti que

permita el paso de aire por debajo del suelo y ayude en la refrigeración. Además, las pérdidas de calor en periodo de calefacción a través del suelo no son tan significativas.

Por lo tanto, el factor determinante para eliminar cargas en el periodo de refrigeración es, como ya se ha dicho anteriormente, ventilar los espacios más, con horarios de ventilación que renueven el aire de las estancias e incorporar la tecnología free-cooling en el sistema de ventilación.

9.2. Mejora de la envolvente térmica

9.2.1. Huecos

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto la necesidad de mejorar las prestaciones de los huecos, tanto las relativas a la transmitancia térmica de vidrios y carpinterías como a protección solar. Aquí se exponen las soluciones adoptadas y cómo influye en los resultados cada una de ellas.

La primera solución que se va a adoptar es cambiar el periodo en el que actúan las protecciones solares estacionales. Actualmente estas protecciones están activadas en los meses de junio a septiembre, ambos incluidos. Pero atendiendo a los resultados obtenidos en el primer cálculo, gracias a la herramienta Visol (*imagen 23*), se ha podido observar que la demanda de refrigeración también es importante en los meses de mayo y octubre. Es por esto por lo que se puede justificar ampliar este periodo de actuación de las protecciones solares estacionales. Incluso si fuera necesario; porque después de aplicar todas las mejoras posibles siguiera habiendo una excesiva demanda de refrigeración, se podría ampliar este periodo al mes de abril, que también tiene una demanda de refrigeración significativa.

Esto se introduce en el programa HULC desde la pestaña de *Datos Generales – Opciones generales del edificio*, como se muestra en la siguiente imagen. Este cambio en el periodo en el que las protecciones solares están activadas afecta a todos los huecos del edificio que tengan algún tipo de protección solar estacional definida.

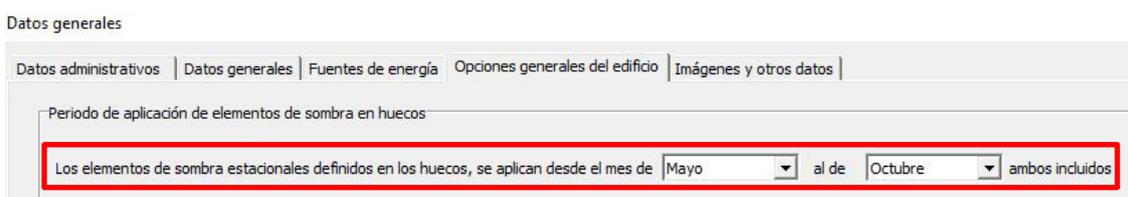


Imagen 25. Temporalidad de los elementos de sombra estacionales definidos en huecos

La protección solar estacional se define en cada hueco del edificio, y no necesariamente todos los huecos a la vez deben tener el mismo valor de protección solar, sino que es una característica individual de cada hueco. En el caso de edificios residenciales, todos los huecos incorporan por defecto un valor de corrección del factor solar estacional para el periodo de refrigeración de 0.7, argumentando que en la vivienda se tiene un 30% de persianas bajadas durante ese periodo para combatir las cargas por radiación. Esto supone que si se modifica el factor solar estacional en un hueco de un edificio residencial, el valor que se

introduzca se multiplica por 0.7 y se reduce aún más la radiación solar incidente en ese hueco, estando del lado de la inseguridad. Por ejemplo, si se quiere aplicar un valor al factor de corrección solar estacional por el uso de un estor blanco semi-opaco de 0.55, no es correcto introducir ese valor, sino que se debe emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Factor solar a introducir en HULC} = \frac{\text{Factor de la protección solar elegida}}{0.7}$$

Ecuación 1. Valor de la corrección del factor solar estacional en HULC

De esta forma se obtendrá una protección solar estacional en el hueco de 0.55, que era lo que se buscaba. Este valor de 0.7 por defecto es un parámetro que maneja el programa HULC de manera interna y que no se puede modificar o eliminar, pero se aplica exclusivamente a edificios de uso residencial. Esto quiere decir que al edificio objeto de este proyecto no le afecta dicho factor, porque supone que en un edificio terciario no es obligatorio el uso de persianas, al igual que también supone otras cosas como que en edificios terciarios no es obligatorio el uso de una instalación de agua caliente sanitaria.

Imagen 26. Ventana de definición de huecos en el programa HULC

La corrección del factor solar estacional se introduce en la ventana de definición de cada hueco, en el lugar señalado en rojo en la *imagen 26*. La columna de *No Instalado* hace referencia al periodo de los meses en los que no están activadas esas protecciones solares, los meses que quedan fuera del rango indicado en la *imagen 25*. La fila de abajo de corrector de transmitancia térmica, se utiliza para cuando el hueco dispone de algún elemento que corrija la transmitancia térmica del mismo, como por ejemplo una contraventana de madera, que a su vez modificaría el factor solar estacional a cero, durante el periodo que estuviera activado.

El valor de corrector del factor solar estacional que hay que introducir viene definido por unas tablas que recogen unos valores tipo que se han obtenido mediante ensayos, dependiendo del dispositivo de sombra: si se coloca en el interior o en el exterior del edificio; si es opaco, semi-opaco o muy traslúcido; o el color del dispositivo de sombra.

Dispositivo de sombra (cortina)			Tipo de acristalamiento			
Posición	Transmisividad	Color	Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0.33	0.43	0.52	0.47
		Pastel	0.45	0.55	0.63	0.60
		Oscuro	0.58	0.68	0.74	0.73
		Negro	0.70	0.80	0.85	0.85
	Medio translucida	Blanco	0.44	0.52	0.59	0.55
		Pastel	0.56	0.64	0.70	0.68
		Oscuro	0.69	0.76	0.81	0.81
		Negro	0.75	0.83	0.87	0.87
	Muy translucida	Blanco	0.61	0.67	0.72	0.70
		Pastel	0.67	0.73	0.78	0.76
		Oscuro	0.73	0.79	0.83	0.82
		Negro	0.79	0.85	0.89	0.89
Exterior	Opaca	Blanco	0.05	0.04	0.04	0.03
		Pastel	0.08	0.07	0.06	0.05
		Oscuro	0.12	0.09	0.08	0.06
		Negro	0.15	0.12	0.11	0.08
	Medio translucida	Blanco	0.25	0.25	0.25	0.23
		Pastel	0.28	0.27	0.27	0.25
		Oscuro	0.31	0.30	0.30	0.27
		Negro	0.33	0.31	0.31	0.28
	Muy translucida	Blanco	0.46	0.47	0.47	0.45
		Pastel	0.48	0.48	0.49	0.46
		Oscuro	0.50	0.49	0.50	0.47
		Negro	0.51	0.51	0.51	0.48

Imagen 27. Tabla de valores típicos de reducción de la ganancia solar al aplicar protecciones. Norma CEN prEN 13363-1

Nótese que, además de diferenciar la reducción de ganancia solar en función de la ubicación de la protección, la transmisividad de la misma y el color, también tiene en cuenta el tipo de acristalamiento del hueco; vidrio simple, doble, triple o doble bajo emisivo.

En apartados siguientes se hará referencia a esta tabla con los valores típicos de reducción de la ganancia solar para elegir las protecciones solares en los huecos del edificio.

Estas protecciones solares estacionales se activan y desactivan en función del periodo de calefacción o refrigeración del edificio, y están controladas por el Sistema de Inteligencia Ambiental (SIA) que incorpora el edificio, que, aunque no se desarrolle el funcionamiento de este sistema en el presente documento porque no forma parte del proyecto, sí que se trata de plasmar sus efectos en la simulación energética. Pero el programa tiene una limitación en el aspecto de las protecciones solares estacionales respecto al SIA, y es que no se puede hacer un ajuste diario de la corrección del factor solar o diferente para cada mes, sino que es el mismo para todo un periodo de uno o varios meses, pudiendo originar que sea excesivo para algunos meses e insuficiente para otros. El SIA no tiene esta limitación, pues puede ajustar la corrección del factor solar estacional modificando la cantidad del hueco tapado con la protección solar en periodos más cortos, de días e incluso ciertas horas del día.

9.2.1.1. Huecos verticales

Los huecos verticales de las fachadas tienen mucha importancia en el comportamiento energético del edificio, porque son una gran superficie del mismo por la que hay un flujo de calor. En la siguiente imagen se exponen un par de ejemplos de huecos de fachadas cuyas ganancias energéticas en periodo de refrigeración son elevadas.

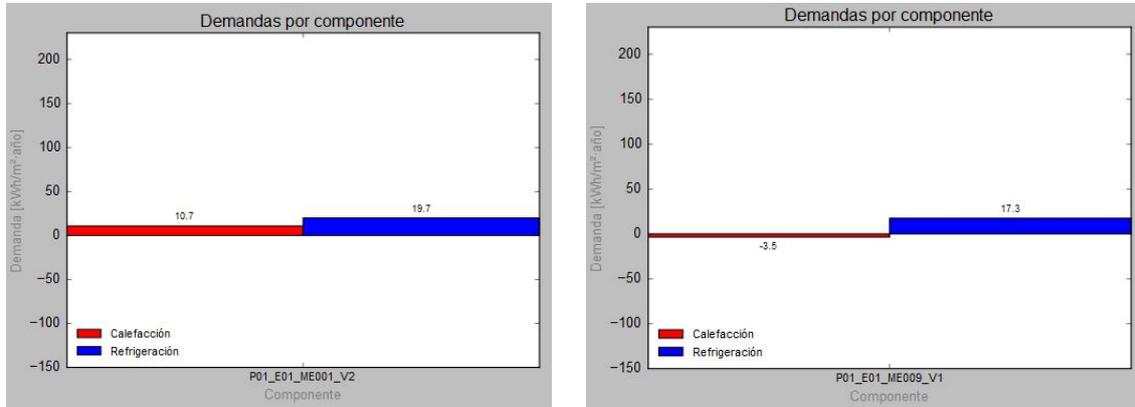


Imagen 28. Demanda de calefacción y refrigeración de dos huecos de la barraca 1. Aplicación Visol

Los huecos de las imágenes pertenecen, el primero a la parte del acceso al edificio, que tiene orientación sur, y el segundo a la parte que da al primer patio. Como se puede ver, en el hueco con orientación sur tiene muchas ganancias de calor, incluso en periodo de calefacción. Esto es beneficioso porque reduce la demanda de calefacción, pero en periodo de refrigeración no son convenientes estas ganancias, por lo que habría que utilizar algún tipo de protección solar estacional. El segundo hueco da a uno de los patios, que están cubiertos por la sombra de la cubierta de los patios, es por eso por lo que las ganancias en periodo de refrigeración son más pequeñas que en el hueco anterior. Aun así son lo suficientemente elevadas como para actuar en esos huecos, por ejemplo utilizando protecciones solares.

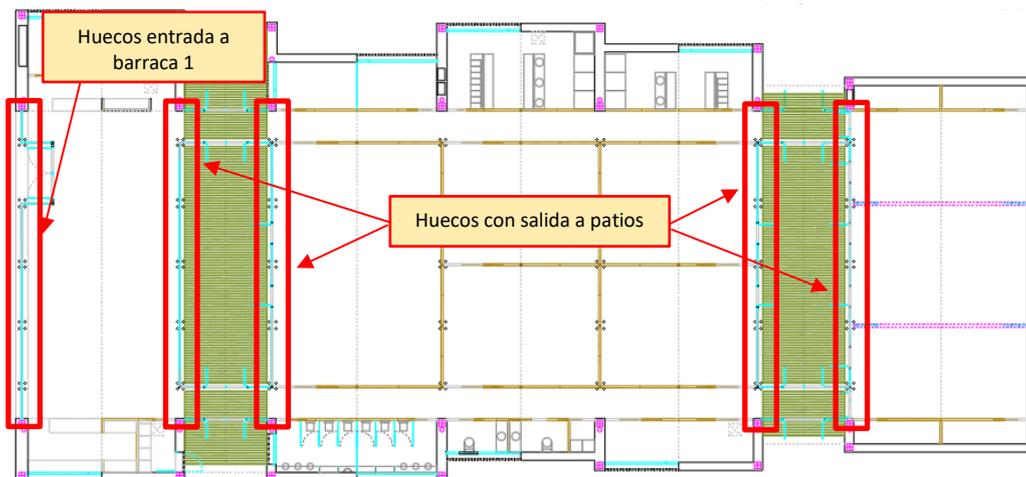


Imagen 29. Huecos con salida a los patios y entrada a barraca 1

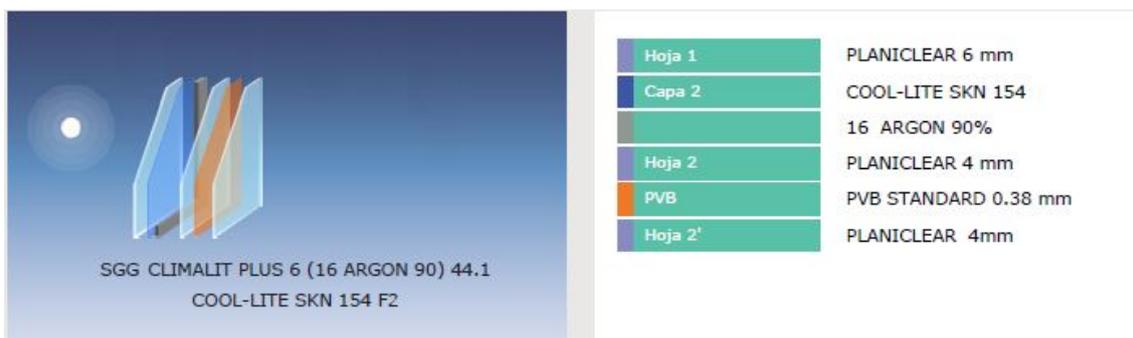
Como medidas de mejora para los huecos de la barraca 1 orientados a Sur y para los grandes ventanales que dan a los patios, señalados en la *imagen 29*, se propone mejorar la transmitancia térmica de los vidrios y de las carpinterías y el factor solar. También implementar el uso de protecciones solares estacionales que se puedan retraer en el periodo de calefacción.

HUECOS SUR ACCESO A BARRACA 1	SITUACIÓN CONVENCIONAL	MEJORA PROPUESTA
VIDRIOS		
Tipo de vidrio	Dobles BE 4/12/3+3	Dobles BE 6T/16Ar/4+4
Transmitancia del vidrio (W/m ² K)	1.60	1.00
Factor solar del vidrio g (adim)	0.60	0.28
CARPINTERÍAS		
Tipo de carpintería	Al con RPT	Al Schucco AWS 65
Transmitancia de carpintería (W/m ² K)	3.20	2.00
Factor de marco (%)	25.00	25.00
Permeabilidad al aire (m ³ /(h*m ²))	27.00	3.00
PROTECCIONES SOLARES		
Protección solar	No	Sí
Posición	-	Interior
Transmisividad	-	Medio traslúcida
Color	-	Blanco
Valor de reducción de ganancia solar	1.00	0.55

Tabla 11. Cambios en grupo de huecos verticales acceso sur barraca 1

Para los huecos del acceso sur a la barraca 1 se utilizan vidrios 6T/16Ar/4+4. La hoja exterior del vidrio es templada por que al tener un tratamiento de protección solar, alcanza temperaturas muy altas que producen unas tensiones en el mismo que podrían romperlo. El vidrio interior es laminado por razones de seguridad. La cámara existente entre los vidrios está rellena con gas argón, lo que mejora notablemente el aislamiento térmico del conjunto del vidrio, además de tener la función de proporcionar de aislamiento acústico. El vidrio debe estar correctamente sellado para evitar fugas que reduzcan la eficiencia energética del vidrio. Aunque hubiera alguna fuga, el gas no presentaría ningún riesgo para las personas porque no es tóxico, el argón es un gas inerte que está presente en la atmósfera y es respirable por los seres vivos.

El vidrio es de marca Climalit y sus características se han obtenido con la aplicación online CalumenLive. Esta aplicación permite simular el comportamiento de la configuración de vidrio que se necesite, así como proporciona información sobre vidrios disponibles en la base de datos.



<p> FACTOR LUMINOSO EN410 (2011-04)</p> <p>Trans. Luminosa (TL) 51%</p> <p>Reflexión exterior (RLe) 19%</p> <p>Reflexión interior (RLi) 21%</p> <p> TRANS. TÉRMICA EN673-2011</p> <p>Ug 1.0 W/(m² .K)</p> <p>0° respecto de pos. vertical</p> <p> DIMENSIONES DE FABRICACIÓN</p> <p>Espesor nominal 30.38 mm</p> <p>Peso 35 kg/m²</p> <p> TRANSMISION UV EN410 (2011-04)</p> <p>TUV 1%</p> <p> SEG.DE USO EN 12600</p> <p>Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular NPD/2B2</p>	<p> FACTORES ENERGÉTICOS EN410 (2011-04)</p> <p>Trans. energética (TE) 24%</p> <p>Refl. energ. exterior (Ree) 37%</p> <p>Refl. energ. interior (REi) 36%</p> <p>Absorción energ. A1(AE1) 36%</p> <p>Absorción energ. A2 2%</p> <p>Absorción energ. A3</p> <p> FACTOR SOLAR EN410 (2011-04)</p> <p>Factor Solar (g) 28%</p> <p>Coef. de Sombra (SC) 0.32</p> <p> INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR</p> <p>Ra Trans. Luminosa 89</p> <p>Ra Reflexión exterior 87</p> <p> ANTI-AGRESIÓN EN356</p> <p>Resistencia Anti-Agresión NPD</p>
---	---

Imagen 30. Características del vidrio en huecos acceso sur barraca 1. Aplicación CalumenLive

Las carpinterías que se utilizan para estos huecos son de la marca Schucco, modelo AWS 65 BS. Se trata de una carpintería de aluminio con rotura de puente térmico de altas prestaciones. Además, tiene una permeabilidad al aire de clase 4, lo que quiere decir que reduce las infiltraciones de aire no deseadas que atraviesan el hueco.

Datos técnicos / Technical data	AWS 65	AWS 65 BS	65 WF
Valor-U _e en W/(m ² K) desde U _v values in W/(m ² K) from	1,9	2,0	2,6
Profundidad de construcción en mm / Basic depth in mm	65	65	65
Se puede instalar de Schüco TipTronic / Schüco TipTronic can be used	■	■	■
Insonorización/Norma DIN EN 20140 hasta Valor-R _w en dB / Sound reduction/standard DIN EN 20140 up to R _w value in dB	47	44	44
Antirrobo/Norma DIN EN 1627 (Clase) / Burglar resistance/standard DIN EN 1627 (Class)	RC3 (WK3)	RC3 (WK3)	WK1
Estanqueidad al agua/Norma DIN EN 12208 (Clase) / Watertightness/standard DIN EN 12208 (Class)	9a	9a	9a
Permeabilidad DIN 12207 (Clase) / Air permeability, DIN 12207 (Class)	4	4	4
Resistencia al viento DIN 12210 (Clase) / Wind load resistance, DIN 12210 (Class)	C5/B5	C5/B5	C5/B5

Imagen 31. Carpinterías huecos acceso sur barraca 1. Fuente: Schucco

En cuanto a la protección solar de estos huecos, se ha propuesto una protección solar por el interior del vidrio medio traslúcida de color blanco, que al utilizarse con un vidrio doble bajo emisor consigue el valor de protección solar según la tabla de la imagen 27. La protección solar es un estor enrollable y accionado eléctricamente, y está instalado de forma que queda oculto tanto él mismo enrollado como su mecanismo en el dintel del hueco.

HUECOS CON SALIDA A PATIOS	SITUACIÓN CONVENCIONAL	MEJORA PROPUESTA
VIDRIOS		
Tipo de vidrio	Dobles BE 4/12/3+3	Dobles BE 5+5/16Ar/4+4
Transmitancia del vidrio (W/m ² K)	1.60	1.10
Factor solar del vidrio g (adim)	0.60	0.56
CARPINTERÍAS		
Tipo de carpintería	Al con RPT	Al Schucoco AWS 65
Transmitancia de carpintería (W/m ² K)	3.20	2.00
Factor de marco (%)	25.00	25.00
Permeabilidad al aire (m ³ /(h*m ²))	27.00	3.00
PROTECCIONES SOLARES		
Protección solar	No	Sí
Posición	-	Interior
Transmisividad	-	Medio traslúcida
Color	-	Blanco
Valor de reducción de ganancia solar	1.00	0.55

Tabla 12. Cambios en grupo de huecos verticales acceso a patios exteriores

Para estos huecos, las características de los vidrios son algo menos exigentes debido que no dan directamente al exterior, sino a unos patios exteriores ventilados y cubiertos por una sombra que proporciona la cubierta de los mismos. Igualmente las características de transmitancia del vidrio son altas. En esta ocasión el vidrio exterior no es templado, ya que al no tener un tratamiento de protección solar tan exigente, no se calentará tanto. De todas formas se utilizan vidrios laminados para la cara interior y la exterior por razones de seguridad. Las características del vidrio también han sido obtenidas con la aplicación CalumenLive, sin embargo no se reseñan aquí por razones de espacio, aunque se adjuntarán todas las fichas técnicas de los materiales utilizados al final del proyecto.

Las carpinterías utilizadas en estos huecos son las mismas que las utilizadas en el acceso sur a la barraca 1. Marca Schucoco modelo AWS 65 BS de aluminio con rotura de puente térmico de altas prestaciones. Las protecciones solares que se usan en estos huecos son las mismas que en los huecos anteriores. Se adjunta una imagen del tipo de estor propuesto.



Imagen 32. Ejemplo de protección solar tipo estor interior oculto con accionamiento eléctrico y guiado por cremallera. Fuente: Gravent

Los resultados de demandas de calefacción y refrigeración tras estos cambios son los siguientes.

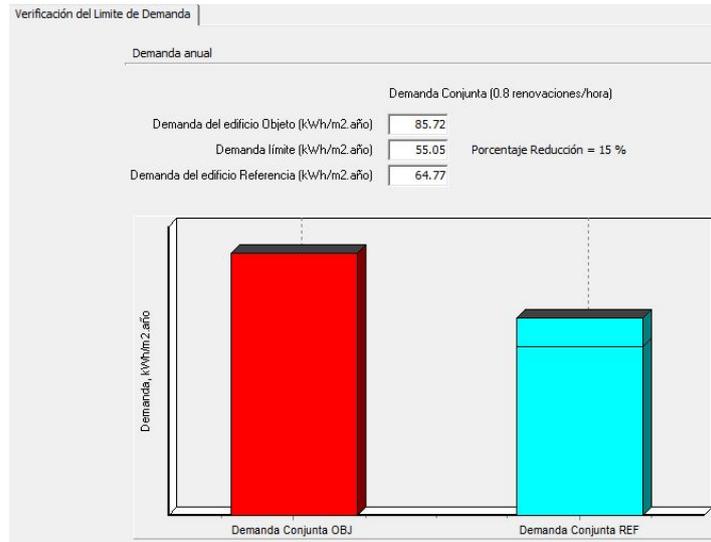


Imagen 33. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda 1

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m².año)	92.65	85.72	6.93
Demanda límite (kWh/m².año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m².año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 13. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 1

A pesar de que el edificio todavía no cumple, se han conseguido grandes ahorros en la demanda conjunta de calefacción y refrigeración teniendo en cuenta que tan solo hemos actuado en unos pocos huecos. Una forma de ver más clara esta mejora es comparar los resultados de los huecos de la *imagen 28* que se habían puesto a modo de ejemplo.

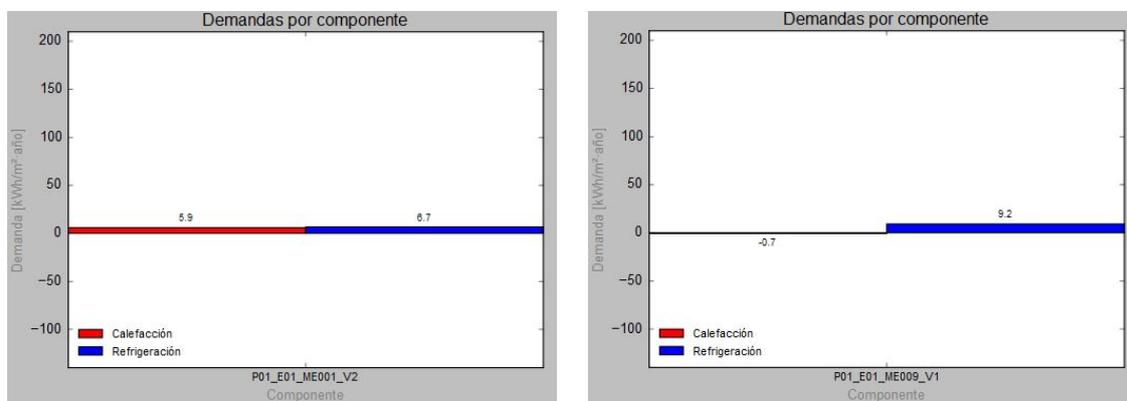


Imagen 34. Resultados de comparación en referencia a la imagen 28. Visol

Siguiendo la estructura de análisis anterior, se estudiarán el resto de huecos.

Para los huecos con orientación este y oeste se debe conseguir un gran ahorro, son huecos que tienen orientaciones de considerable incidencia solar y por ello necesitarán protecciones solares. Para tener un orden de magnitud del grado de protección solar que pueden necesitar estos huecos, se insertan un par de imágenes de la demanda de calefacción y refrigeración de los huecos con orientación oeste de los despachos.

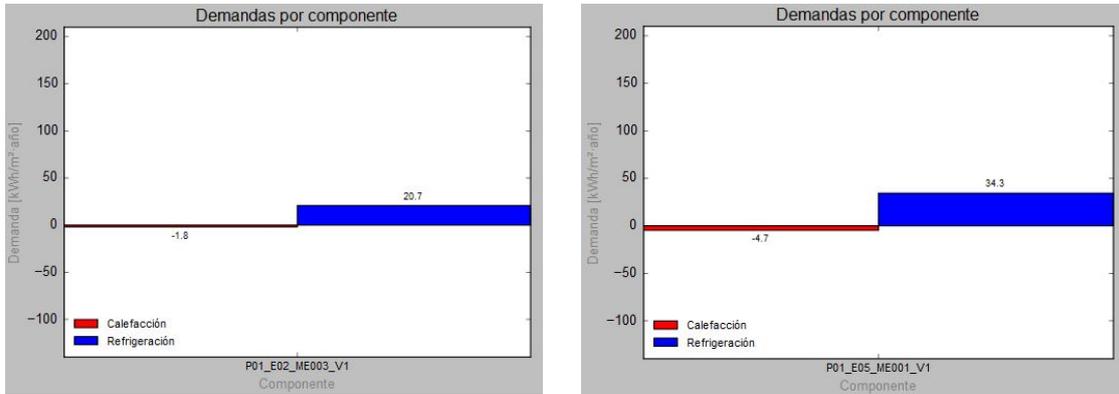


Imagen 35. Demanda calefacción y refrigeración de huecos de despachos. Visol

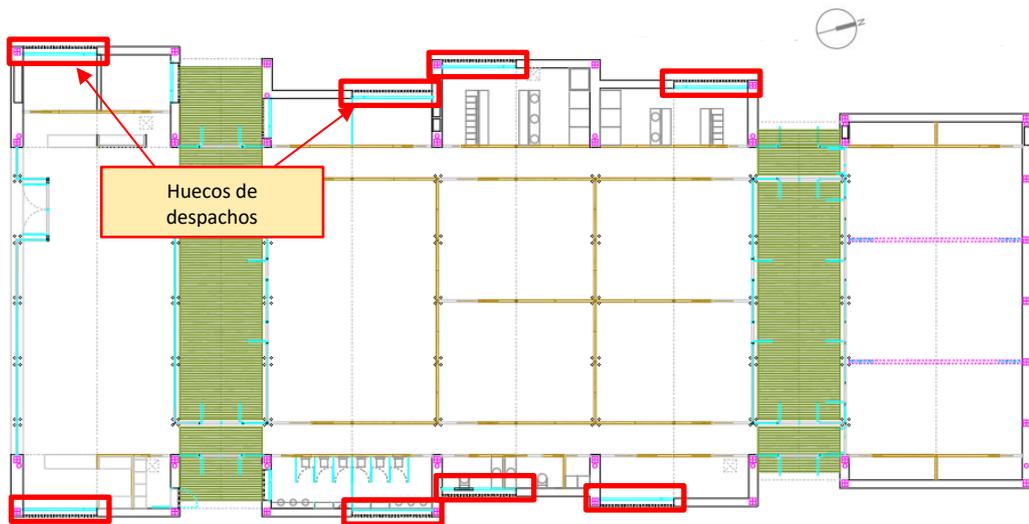


Imagen 36. Huecos verticales orientación este y oeste

Como se observa en la imagen 35, los huecos tienen una demanda elevada, en concreto la demanda de refrigeración. Las soluciones que se adoptan para mejorar el comportamiento energético de los huecos de estas orientaciones están en la línea de las medidas que se han adoptado para los huecos anteriores: mejorar transmitancia térmica de vidrios y carpinterías, ajustar factor solar del vidrio y utilizar protecciones solares estacionales. Si bien la línea de propuestas adoptadas puede ser similar a la anterior, las características de las soluciones no son las mismas, es por esto por lo que se realiza este grupo de huecos por separado. A continuación se presenta una tabla que recoge las nuevas características de los huecos, realizando una comparación con los anteriores.

HUECOS CON ORIENTACIÓN ESTE Y OESTE		SITUACIÓN CONVENCIONAL	MEJORA PROPUESTA
VIDRIOS			
Tipo de vidrio		Dobles BE 4/12/3+3	Dobles BE 6/16Ar/4+4
Transmitancia del vidrio (W/m ² K)		1.60	1.00
Factor solar del vidrio g (adim)		0.60	0.42
CARPINTERÍAS			
Tipo de carpintería		Al con RPT	Al Schucco AWS 65
Transmitancia de carpintería (W/m ² K)		3.20	2.00
Factor de marco (%)		25.00	25.00
Permeabilidad al aire (m ³ /(h*m ²))		27.00	3.00
PROTECCIONES SOLARES			
Protección solar		No	Sí
Posición		-	Exterior
Transmisividad		-	Medio traslúcida
Color		-	Blanco
Valor de reducción de ganancia solar		1.00	0.23

Tabla 14. Cambios en grupo de huecos verticales este y oeste

Para este grupo de huecos se utilizan vidrios dobles bajo emisivos 6/16Ar/4+4, cuyas características se han extraído con la aplicación online CalumenLive. Como solución de carpinterías se emplean las mismas que en el grupo de huecos anterior, por ser una carpintería con unas prestaciones adecuadas y por simplicidad a la hora de la instalación.

Como protecciones solares estacionales para estos huecos se utilizan protecciones solares por el exterior, pues estas son más efectivas porque detienen la radiación solar antes de entrar a la estancia. Esta vez las protecciones solares utilizadas son de tipo venecianas orientables y repagables, accionadas eléctricamente y controladas por el SIA. Se ha optado por este tipo de protección solar porque es posible realizar un mejor control solar, ya que a parte de cubrir el hueco con las lamas, estas se pueden orientar para controlar la cantidad de radiación incidente.

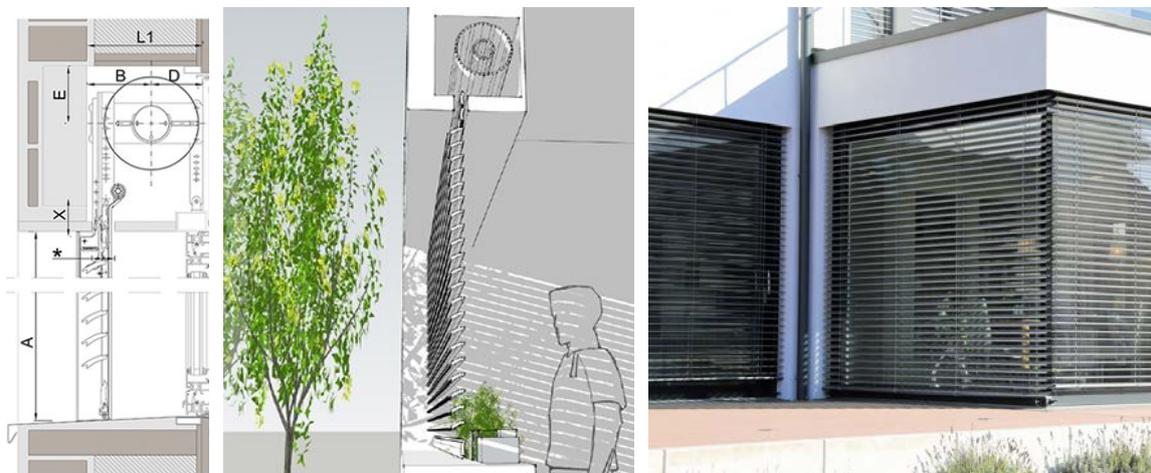


Imagen 37. Ejemplo de protección solar tipo lamas venecianas ocultas en cajón de dintel con accionamiento eléctrico. Fuente: Gradhermetic

Los resultados de la Verificación de la Demanda Límite de calefacción y refrigeración son los siguientes.

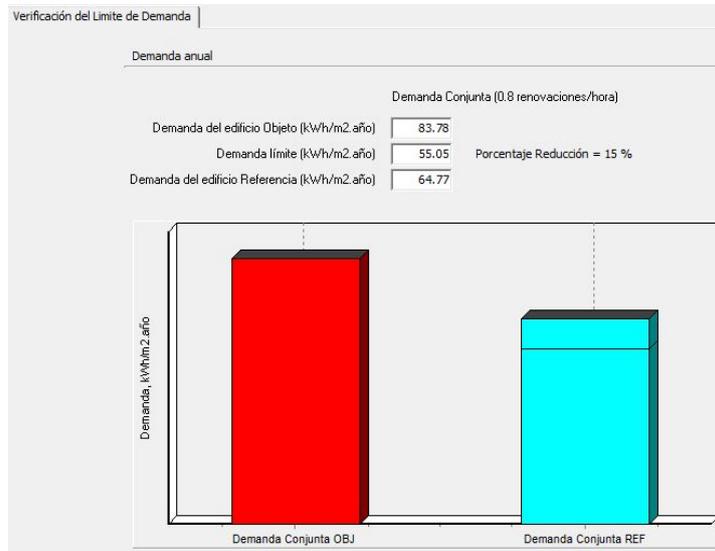


Imagen 38. Resultados de la Verificación del Límite de Demanda 2

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m².año)	92.65	83.78	8.87
Demanda límite (kWh/m².año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m².año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 15. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 2

Los resultados indican que el edificio todavía no cumple, sin embargo se ha conseguido reducir la demanda conjunta de calefacción y refrigeración. El ahorro comparado con el grupo de huecos anterior puede parecer más pequeño, pero esto es debido a que este grupo representa una menor superficie respecto al otro. En la siguiente imagen se tiene los mismos huecos que al comenzar este grupo de huecos para poder comparar el ahorro conseguido.

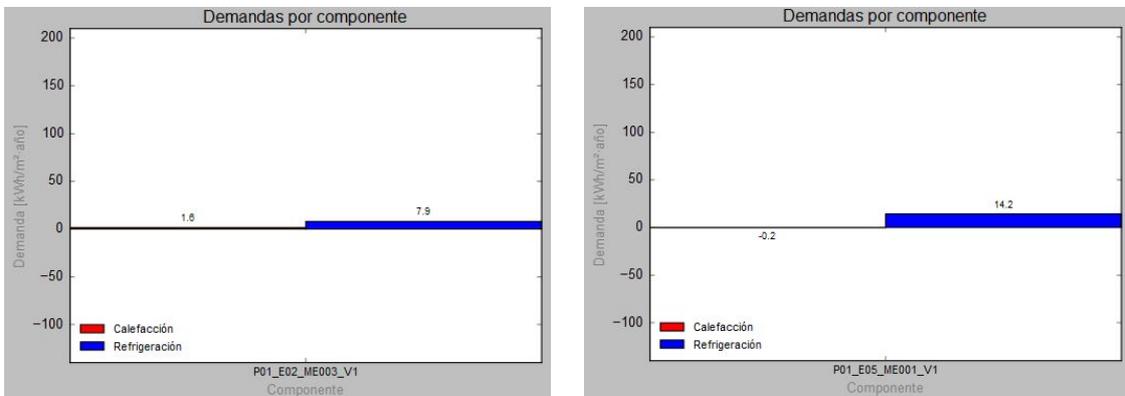


Imagen 39. Resultados de comparación en referencia a la imagen 35. Visol

9.2.1.2. Lucernarios.

Los lucernarios son la parte del proyecto que más influye en la demanda energética del edificio, porque tal y como se puede ver en la siguiente imagen, a pesar de haber actuado en el resto de huecos el edificio, la demanda por ganancia de radiación solar y transmisión térmica a través de huecos continúa siendo elevada.

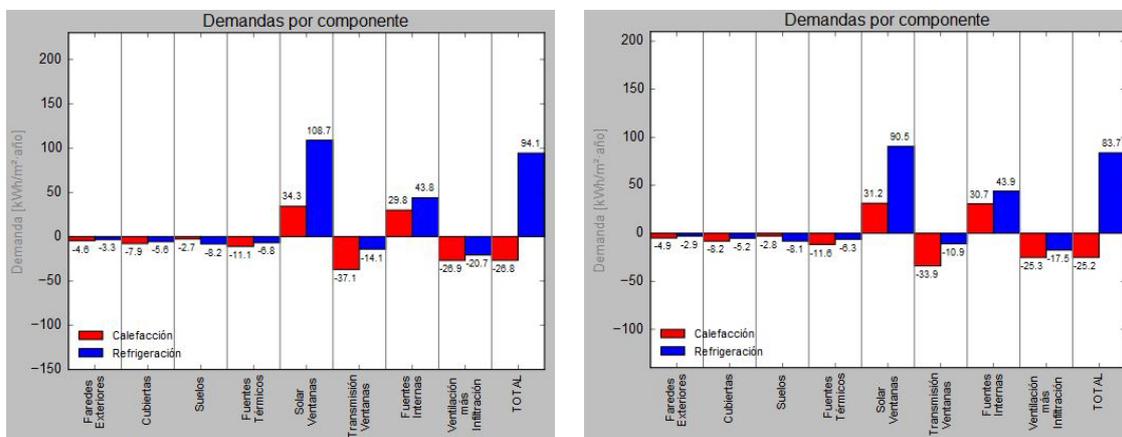


Imagen 40. A la izquierda: demandas en la situación convencional (imagen 22). Derecha: demandas después de primeras actuaciones en huecos verticales. Visol

La demanda en periodo de refrigeración por radiación solar a través del vidrio se ha reducido 18.2 kWh/m²año, una reducción considerable, pero aún insuficiente, porque la mayor cantidad de radiación solar entra a través de los lucernarios. Por lo tanto, será necesario tomar medidas drásticas con estos elementos, y si después de probar todas las alternativas sigue existiendo esta demanda tan elevada, se considerará la opción de reducir o llegar a eliminar esos huecos, por entender que no son un elemento eficiente que ayude a alcanzar el objetivo de este proyecto.

También se puede ver que han disminuido las ganancias térmicas en periodo de calefacción a través de los huecos, esto se debe a que el factor solar de los nuevos vidrios es más exigente y, por tanto, no deja pasar tanta radiación solar en invierno. Esto pone en preaviso para no utilizar en los lucernarios un vidrio con un factor solar muy restrictivo, pues si bien podría ayudar a que el edificio cumpla en el periodo de refrigeración, podría penalizar demasiado en el periodo de calefacción. Es por esto por lo que se ajustará el vidrio para tener suficientes ganancias térmicas en invierno y se propondrán protecciones solares estacionales más exigentes en verano.

La transmisión térmica a través de los huecos ha mejorado, tanto en calefacción como en refrigeración. Es lógico pensar esto, pues la transmitancia térmica del hueco es menor, al haber mejorado las prestaciones de los vidrios y carpinterías. Esto último también afecta a las infiltraciones, que ha aumentado su demanda. Al haber reducido la permeabilidad de los huecos, el edificio tiene menos infiltraciones y por lo tanto, elimina menos cargas a través de su "respiración". Cuando se reduzca la permeabilidad al aire de los lucernarios también subirá esta demanda, que después habrá que compensar con unos horarios en el sistema de ventilación. En cuanto a reducir la transmitancia del lucernario se observa que es beneficioso.

LUCERNARIOS	SITUACIÓN CONVENCIONAL	MEJORA PROPUESTA
VIDRIOS		
Tipo de vidrio	Dobles BE 4/12/3+3	Dobles BE 8T/16Ar/4+4
Transmitancia del vidrio (W/m ² K)	2.20	1.00
Factor solar del vidrio g (adim)	0.60	0.36
CARPINTERÍAS		
Tipo de carpintería	Al con RPT	Al Schucco FW 50+ SG
Transmitancia de carpintería (W/m ² K)	3.20	1.60
Factor de marco (%)	25.00	20.00
Permeabilidad al aire (m ³ /(h*m ²))	27.00	3.00
PROTECCIONES SOLARES		
Protección solar	No	Sí
Posición	-	Exterior
Transmisividad	-	Medio traslúcida
Color	-	Blanco
Valor de reducción de ganancia solar	1.00	0.23

Tabla 16. Cambios en vidrios y carpinterías de lucernarios

Los vidrios son dobles bajo emisivos, con la hoja exterior del vidrio templada para resistir los esfuerzos producidos por el sobrecalentamiento que conlleva tener un tratamiento de factor solar tan exigente. Al tener una cámara de gas argón de 16 mm conseguimos una transmitancia térmica bastante reducida, aunque si se tratase de un vidrio triple sería menor.

Al tratarse de unos huecos tan grandes (4.90 m x 12.00 m), el sistema de carpinterías que se coloca para su sujeción es uno de los modelos de la marca Schucco que se usa para construir muros cortina.

Las protecciones solares estacionales son unos estores enrollables por el exterior, semi traslúcidos y accionados eléctricamente que cubren total o parcialmente el lucernario cuando es necesario, tal y como se muestra en la imagen a modo de ejemplo de sistema.



Imagen 41. Ejemplo de protección solar para lucernarios

Con estos cambios los resultados son los siguientes.

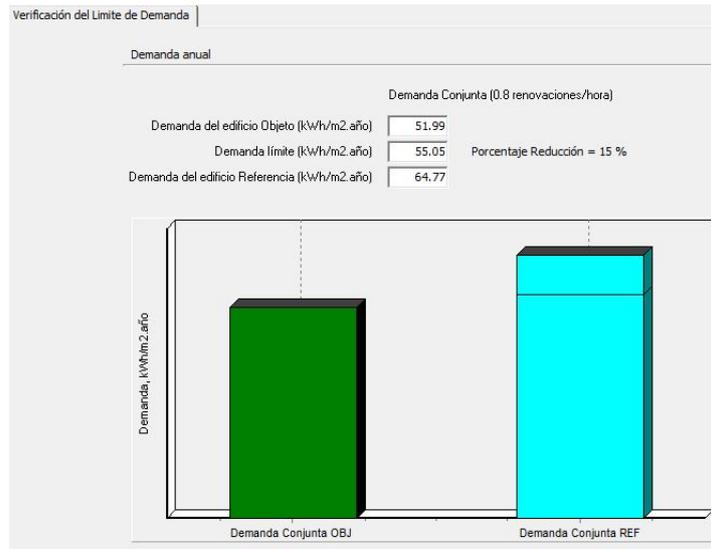


Imagen 42. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a lucernarios

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m²año)	92.65	51.99	40.66
Demanda límite (kWh/m²año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m²año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 17. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 3

En este punto se puede observar que el edificio cumple la Verificación de la Demanda Límite, pudiendo afirmar que el edificio cumple los criterios exigidos en el apartado HE1 del DB-HE del CTE. Veamos pues, los resultados de las demandas de calefacción y refrigeración por separado.

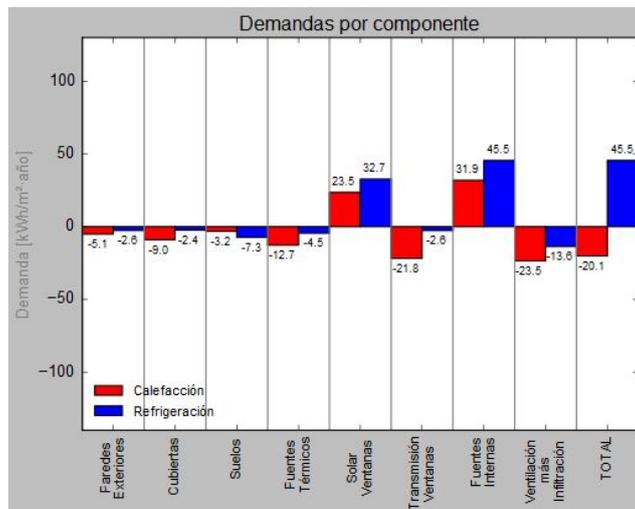
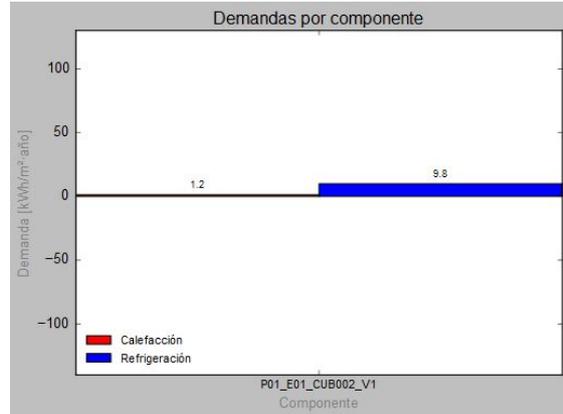
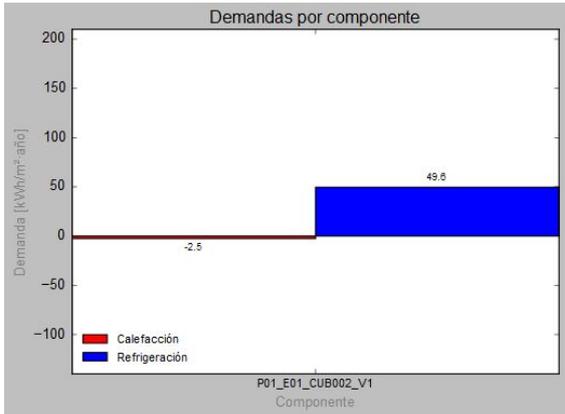
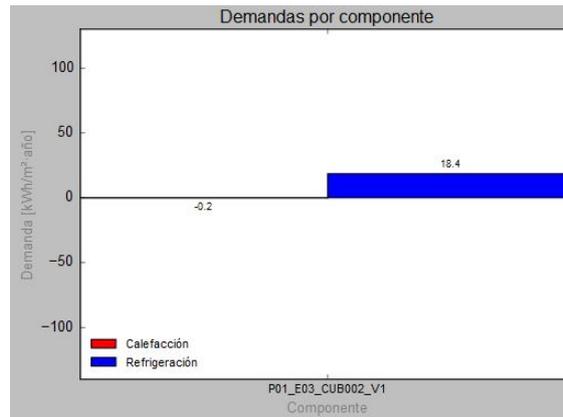
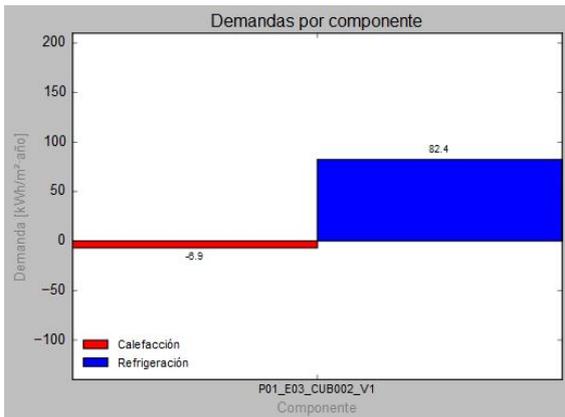


Imagen 43. Demandas energéticas por componentes con modificación de lucernarios. Visol

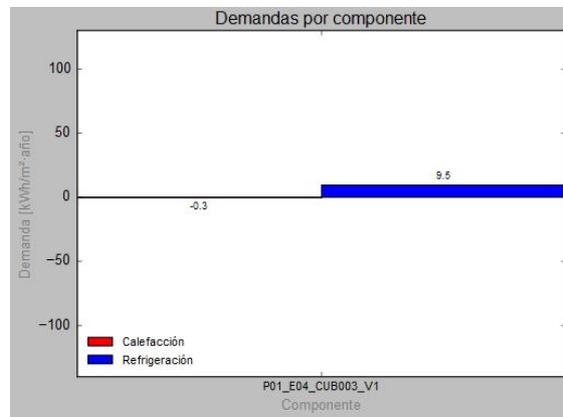
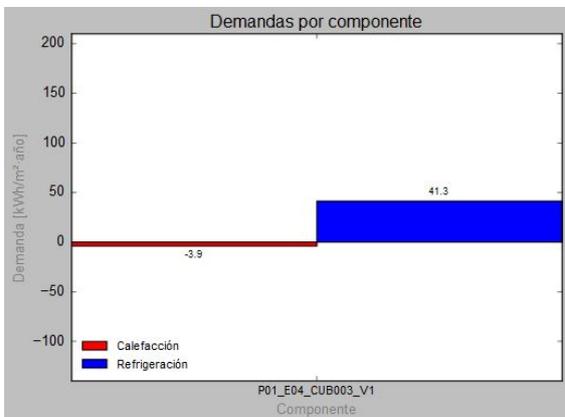
Como puede observarse, la demanda de refrigeración ha disminuido considerablemente. En la situación de mejoras anterior, la demanda por radiación solar a través de los vidrios estaba por encima de 90 kWh/m²año, y ahora se ha reducido a la mitad. Esto supone un gran paso hacia el objetivo del proyecto e indica que se había hecho bien en suponer anteriormente que el grueso de la demanda de refrigeración y de las ganancias térmicas, se producían a través de los lucernarios. A continuación se exponen unas imágenes de las ganancias térmicas antes y después de las actuaciones sobre lucernarios.



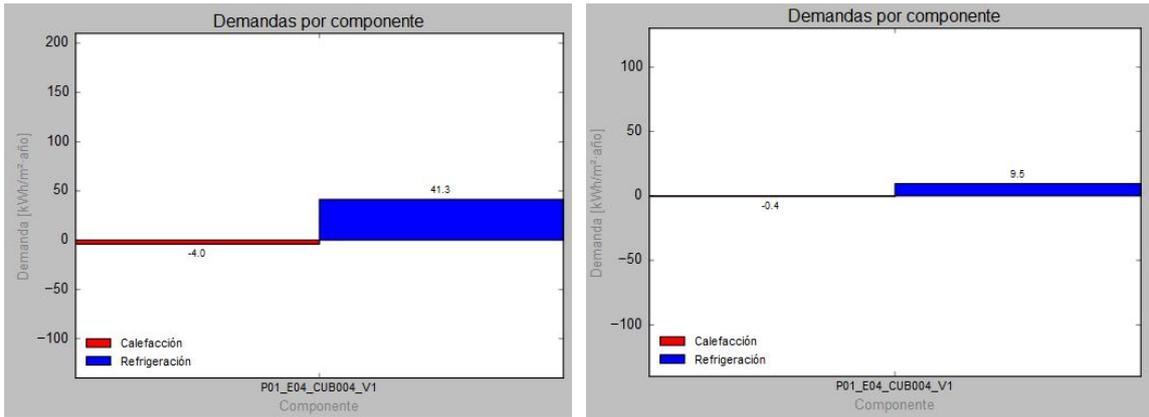
Lucernario de la barraca 1. Vestíbulo, sala de exposición, cafetería y conserjería. Visol



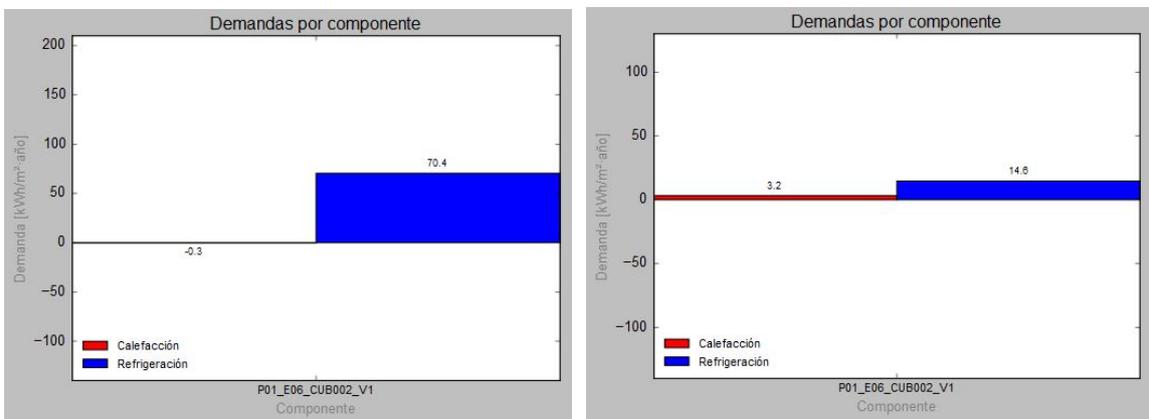
Lucernario de la barraca 3. Gimnasio / Aula de salud. Visol



Lucernario de la barraca 4. Aulas de cerámica e informática. Visol



Lucernario de la barraca 5. Aulas de cocina-degustación y música. Visol



Lucernario de la barraca 7. Sala multiusos. Visol

Imagen 44. Demanda energética a través de los lucernarios antes y después de actuar sobre ellos

Estas imágenes ayudan a ser consciente del impacto que ha tenido la actuación sobre estos elementos y pone de manifiesto la importancia de las protecciones solares estacionales. Con este tipo de protecciones, se puede controlar la radiación que entra a través de los vidrios en cada época del año, ayudando a calentar el invierno y evitando sobrecalentamientos en verano. También se puede observar de las imágenes que los lucernarios que más demanda de refrigeración tienen son el de la barraca 3, del gimnasio / aula de salud; y el lucernario de la barraca 7, de la sala multiusos.

Si bien estos resultados son muy buenos, no son suficientes por sí solos para alcanzar los objetivos del proyecto. Siguen teniendo muchas ganancias térmicas por la radiación solar a través de los vidrios y, aunque esta se vea compensada por las pérdidas en periodo de refrigeración a través de otros elementos (véase imagen 43), es posible que, si al final de realizar todas las propuestas de mejora sigue habiendo una demanda tan elevada, habrá que reducir o eliminar superficies de lucernarios. Al ser un elemento importante en el edificio, en el caso que hubiera que realizar este tipo de actuación, por temas de estética se aplicaría el mismo criterio para todos los lucernarios.

Ahora el componente que presenta mayor demanda de refrigeración en el edificio son las fuentes internas, que se intentarán reducir y compensar con los apartados siguientes.

9.2.2. Hermeticidad

El diseño de la hermeticidad de la envolvente no ha sido un apartado diseñado en el presente proyecto, porque no entra en el alcance del mismo. Sin embargo tiene gran importancia en el comportamiento energético del edificio y en su eficiencia energética, y es por eso que se dedica un apartado a explicar las razones por las que es importante la hermeticidad en el proyecto y qué papel juega en la eficiencia energética.

La hermeticidad al aire es uno de los requisitos que debe cumplir una construcción eficiente. Siendo consciente de que los elementos que componen los cerramientos de la envolvente térmica tienen una permeabilidad al aire, y que existe la posibilidad que durante su construcción se hayan dejado grietas o fisuras por las que circule el aire, es conveniente aislar la envolvente térmica al paso de ese aire con el fin de evitar infiltraciones de aire no deseadas.

Tradicionalmente, se han dejado pasos de aire en las edificaciones como juntas mal selladas voluntaria o involuntariamente, y rendijas, afirmando que ayudan a mejorar las condiciones de ventilación del edificio. Pero estas aseveraciones no son ciertas. Se debe tener en cuenta que el paso de aire por esas rendijas y fisuras puede no ser suficiente para mantener las condiciones de salubridad y calidad del aire exigidas. Ese volumen de aire que atraviesa los cerramientos depende de la presión del viento alrededor del edificio y de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior. Al ser el viento un agente aleatorio, estas infiltraciones de aire que “mejoran la ventilación” no son constantes y no dependen en absoluto de la ocupación del edificio; que según el RITE, la ocupación es una de las formas según las que hay que dimensionar los equipos de ventilación. Además, estas infiltraciones de aire incontroladas generan pérdidas energéticas, que hacen el edificio menos eficiente, disminuye el confort y no tenemos la certeza de que la calidad de aire es la adecuada. Debido a la alta contaminación en algunas ciudades, el aire que se filtra por los cerramientos entra en los edificios.

Es por estas razones por las que se decide hermetizar el edificio, y no confiar la ventilación del edificio a la permeabilidad de la envolvente. Para comprobar la hermeticidad del edificio se realizará un ensayo Blower Door, cuyos resultados deberán ser igual o inferiores a 0.6 r/h a 50 Pa.

Hermetizar completamente el edificio evita condensaciones intersticiales en los cerramientos de la envolvente del edificio, pero puede originar condensaciones interiores por que la humedad que se genera en el interior del edificio no tiene forma de salir porque el edificio no “respira”. Es por esto por lo que es necesaria la instalación de un sistema de ventilación mecánica controlada de doble flujo con recuperador de calor entálpico, de manera que, además de recuperar las condiciones de temperatura, recupera las condiciones de humedad del aire.

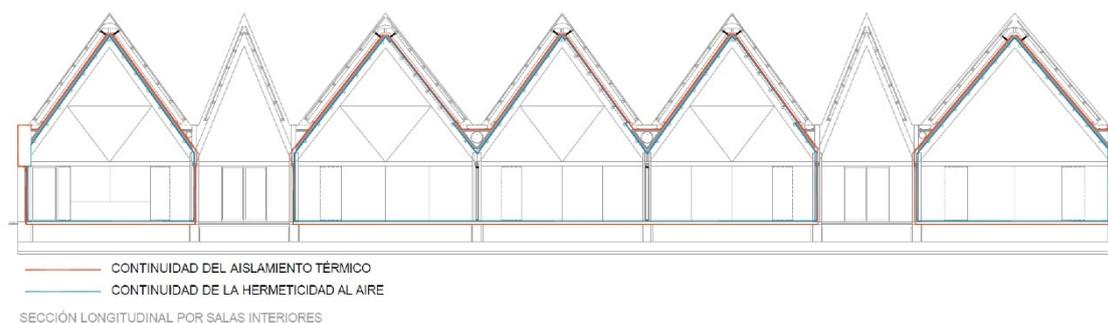


Imagen 45. Continuidad de la capa hermética y del aislamiento térmico en el edificio. UTE Centro Cívico Cultural Cabanyal. Fuente: Proyecto de ejecución

El apartado de hermeticidad en la modelización del edificio, lo tendremos en cuenta reduciendo las infiltraciones de aire a través de los huecos. El programa HULC no incorpora en su versión actual un apartado que tenga en cuenta las infiltraciones de aire no deseadas o los resultados de un ensayo Blower Door, por eso se asumirá que las fugas de aire son mínimas y que la ventilación la realiza enteramente el recuperador de calor.

9.2.3. Puentes térmicos

Los puentes térmicos son un tema muy importante en lo referente a la eficiencia energética del edificio. Un puente térmico es una zona (lineal o puntual) de la envolvente térmica del edificio, que presenta una discontinuidad en el aislamiento o un cambio de la conductividad térmica en los materiales que la componen, lo cual supone una zona de pérdidas energéticas y, por tanto, de disminución de la eficiencia y comportamiento energético del edificio. Además, son un punto idóneo para la generación de patologías como condensaciones, humedades y mohos, y producen falta de confort, e incluso enfermedades, a los usuarios del edificio.

Para solucionar este problema se diseña el edificio con un aislamiento térmico continuo en toda la envolvente para evitar fugas térmicas. Esto supone:

- Aislamiento continuo de toda la fachada por el exterior, cubriendo frentes de forjado, pilares y su tornillería de anclaje de cargas.
- Llevar aislamiento térmico hasta carpinterías para romper el puente térmico.
- Trasdosar aislamiento por el interior de fachada para tener continuidad con el aislamiento de la solera.
- Aislar la unión de cubierta con fachada.
- Aislamiento continuo en esquinas.
- Aislamiento continuo en la unión de las cubiertas inclinadas.

La continuidad de la capa de aislante térmico puede verse en la *imagen 45*, como una solución conjunta de continuidad en la capa hermética y de aislamiento.

Como beneficios de tener un aislamiento continuo en toda la envolvente térmica se conseguirá:

- Un ahorro de la demanda energética, que repercutirá en un menor consumo de las instalaciones térmicas y el consiguiente ahorro económico y disminución de las emisiones de CO₂.
- Evitar condensaciones en la cara interior del cerramiento. Estas condensaciones se producen por un enfriamiento en la zona donde existe un puente térmico, que condensa la humedad del aire interior del edificio y genera la aparición de estas humedades que pueden derivar en patologías como moho.
- Mejorar el confort de los usuarios del edificio.

En los apartados siguientes se detallan los cambios que se producen en fachadas, cubiertas y soleras para evitar los puentes térmicos. Es en esos apartados en los que se indican también como han cambiado los valores de puente térmico respecto a la situación convencional. Las mejoras de la envolvente referentes a los huecos ya se han realizado en apartados anteriores.

9.2.3.1. Fachadas

Como propuesta de mejora para las fachadas se plantea utilizar un SATE, que es un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior, por las siguientes razones, entre otras:

- Elimina puentes térmicos de pilares, frentes de forjado, cajas de persiana, jambas...
- Mejora el confort de los usuarios del edificio
- Reduce la demanda energética
- No disminuye la superficie interior de los espacios
- Reduce el riesgo de condensaciones y es impermeable al agua

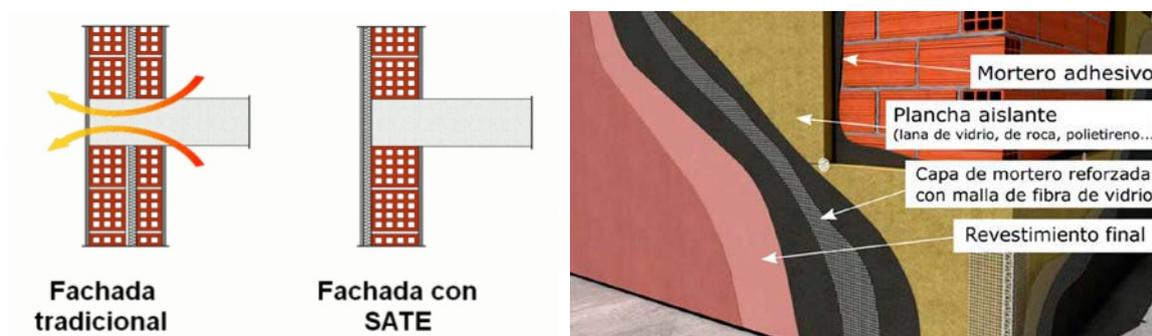


Imagen 46. Sistema SATE para fachada. Fuente: constumatica.com

Para que este sistema sea efectivo y se vea su efecto en la envolvente, el aislamiento tiene que ser continuo, cubriendo todas las zonas susceptibles de producir un puente térmico. Además del aislamiento por el exterior se colocará un aislamiento interior de menor espesor,

por el trasdosado de las placas de yeso laminado, que permita una continuidad con el aislamiento de la solera y así romper ese puente térmico. El aislamiento se llevará hasta hacer contacto con las carpinterías para evitar puentes térmicos con los marcos de ventanas y lucernarios.

Las nuevas capas de las fachadas serán las siguientes:

FACHADA			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Pintura acabado, mortero y malla de armado de fibra de vidrio	0.003	-
2	EPS grafito webertherm	0.080	0.032
3	Mortero de agarre de las placas de aislamiento	0.010	-
4	Bloque cerámico de arcilla cocida	0.190	0.306
5	Cámara de aire sin ventilar	0.050	0.170
6	Enlucido de yeso	0.010	-
7	Lana de roca Rock Calm E 211	0.040	0.035
8	Doble placa de yeso laminado	0.026	-
		U = 0.51	W/m²K

Como se ha dicho anteriormente, utilizar este tipo de sistema para proyectar fachadas elimina puentes térmicos de fachada. Es por eso por lo que, para ver el ahorro energético conseguido con todos los beneficios del SATE se debe modificar los puentes térmicos a los que afecte en el programa HULC. Los puentes térmicos a los que afecta se muestran en la tabla siguiente, haciendo una comparación respecto a los puentes térmicos en la situación convencional. Estos se han calculado con el mismo método que anteriormente, con la base de datos de puentes térmicos del programa.

Tipo PPTT	SITUACIÓN CONVENCIONAL			AISLAMIENTO CONTINUO FACHADA		
	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)
Esquinas exteriores	36.61	NO	0.09	36.61	SÍ	0.04
Esquinas interiores	14.57	NO	-0.12	14.57	SÍ	-0.06
Alféizar	175.20	NO	0.15	175.20	SÍ	0.08
Dinteles	175.20	NO	0.67	175.20	SÍ	0.09
Jambas	183.70	NO	0.43	183.70	SÍ	0.04
Pilares	-	NO	1.55	-	SÍ	0.00

Tabla 18. Valores de puentes térmicos tras actuación en fachada

Como puede verse, los valores de transmitancia lineal de los puentes térmicos han disminuido considerablemente. Especialmente aquellos que tienen una mayor longitud y que, por lo tanto, tienen un mayor impacto en las pérdidas energéticas del edificio. El puente térmico de pilares de fachada es prácticamente nulo al haber recubierto por completo el pilar con aislamiento térmico.

Los resultados de la imagen siguiente muestra como se ha modificado la demanda energética conjunta del edificio con estos últimos cambios.

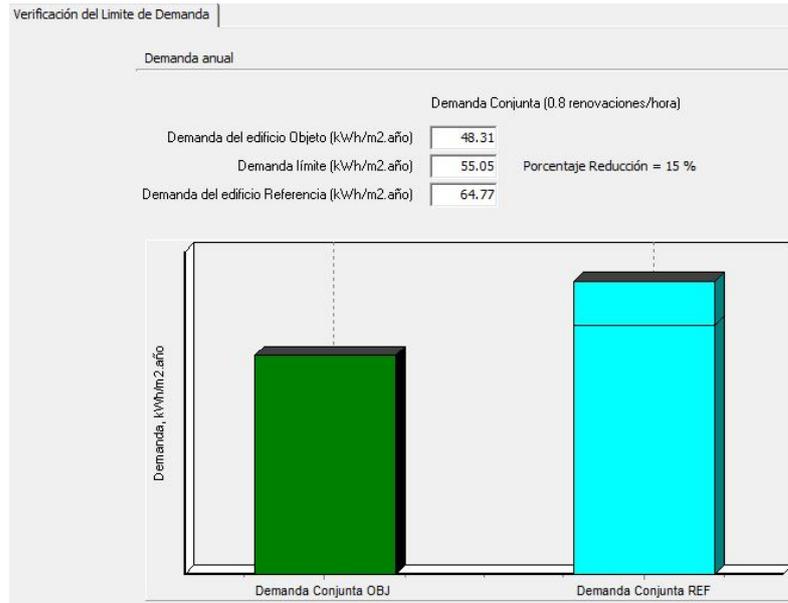


Imagen 47. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a fachadas y PPTT

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m².año)	92.65	48.31	44.34
Demanda límite (kWh/m².año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m².año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 19. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 4

El ahorro conseguido respecto a las mejoras del apartado anterior de actuaciones en lucernarios es de 3.68 kWh/m².año.

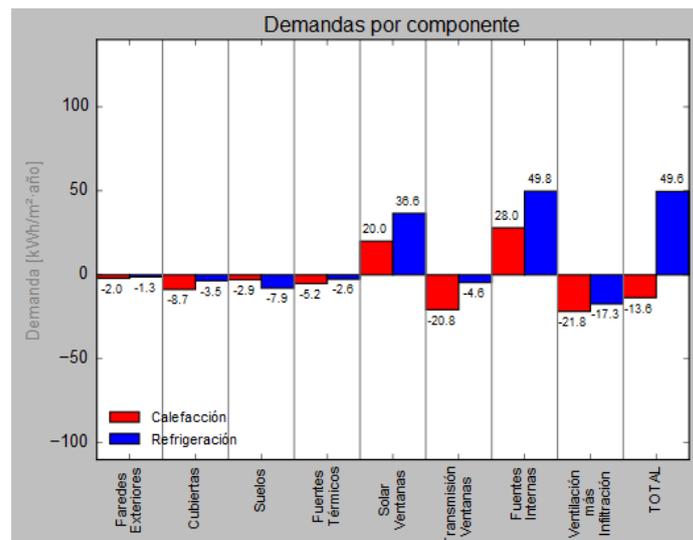


Imagen 48. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con SATE. Visol

Se puede ver que la demanda de refrigeración ha subido respecto a las actuaciones anteriores, por la influencia de las fuentes internas. Al mejorar el aislamiento del edificio, las cargas no pueden disiparse a través de la envolvente, por lo tanto el calor, en periodo de refrigeración, habrá que solucionarlo con la ventilación mecánica y disipar esas cargas. Pero el objetivo de mejorar el aislamiento en la fachada era reducir las pérdidas por muros verticales y por puentes térmicos, que como se puede ver, se ha conseguido. A demás, ha sido posible reducir la demanda de calefacción a 13.6 kWh/m²año.

9.2.3.2. Cubiertas

Como actuación en cubierta se propone utilizar un panel prefabricado de marca Termochip, por facilidad de colocación en obra y la continuidad del aislamiento térmico. Además, en el proyecto se deseaba que la cara interior de cubierta fuera de madera vista y con estos paneles es posible. El núcleo de aislamiento será de 12 mm. Con la previsión de que se van a colocar placas fotovoltaicas en las cubiertas orientadas a sur, se crea una capa que simule la colocación de estas.

CUBIERTAS NORTE			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Vidrio templado	0.008	-
2	Cámara de aire sin ventilar horizontal	0.050	0.160
3	Panel de madera aglomerado hidrófugo	0.010	-
4	Núcleo del termochip de XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.120	0.034
5	Tablero alistonado de abeto	0.010	-
		U =	0.25 W/m²K

CUBIERTAS SUR			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Fotovoltaica	0.010	-
2	Cámara de aire ligeramente ventilada	0.050	0.090
3	Impermeabilizante EPDM	0.004	-
3	Panel de madera aglomerado hidrófugo	0.010	-
4	Núcleo del termochip de XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.120	0.034
5	Tablero alistonado de abeto	0.010	-
		U =	0.25 W/m²K

También se tiene en cuenta una continuidad entre el aislamiento de cubierta y el de fachada para evitar el puente térmico, por lo tanto se deben modificar sus valores en el programa.

Tipo PPTT	SITUACIÓN CONVENCIONAL			AISLAMIENTO CONTINUO FACHADA		
	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)
Cubierta con fachada	487.91	NO	0.94	487.91	SÍ	0.24

Tabla 20. Valores de puentes térmicos tras actuación en cubiertas

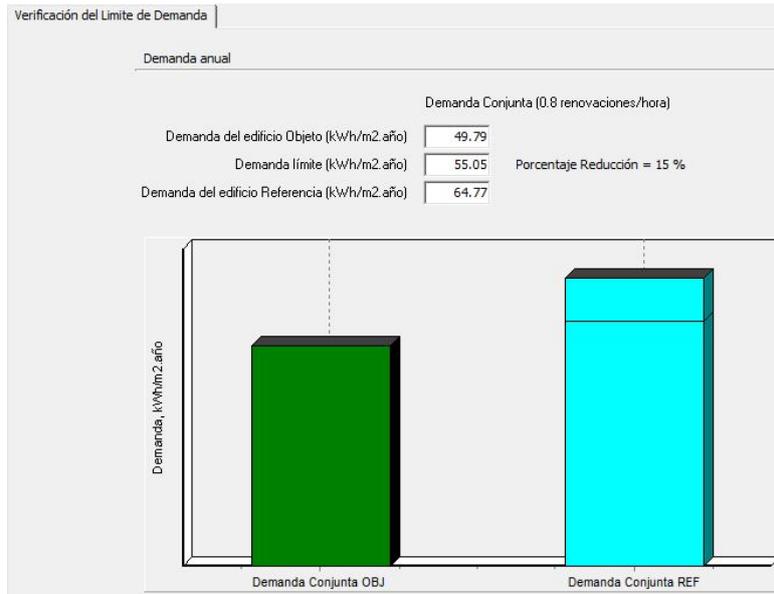


Imagen 49. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a cubiertas y PPTT

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m²año)	92.65	49.79	42.86
Demanda límite (kWh/m²año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m²año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 21. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 5

Después de hacer varias pruebas con diferentes espesores de aislamiento, estos son los resultados que mejor comportamiento térmico proporcionan. Se ha empeorado en la demanda, pero en la siguiente imagen vemos cuales son las razones.

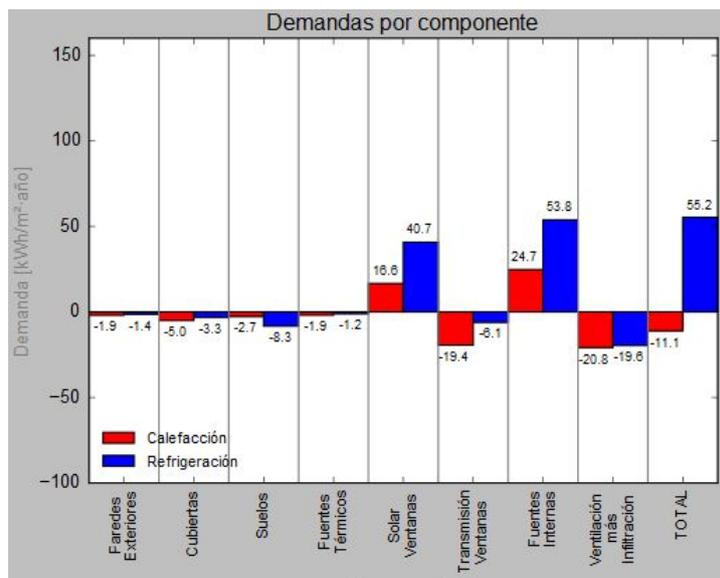


Imagen 50. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con Ternochip. Visol

El empeoramiento se produce en la demanda de refrigeración, por las mismas razones que al aumentar el aislamiento térmico en las fachadas, el calor se queda atrapado dentro del edificio al tener más dificultad para transmitirse a través de los cerramientos, pues las principales fuentes de calor son las fuentes internas y la radiación solar. Sin embargo se ha obtenido una mejora en la demanda de calefacción, que era hacia donde iba encaminada la propuesta de mejorar las cubiertas y fachadas, por lo tanto se ha cumplido este objetivo.

9.2.3.3. Solera

Para el cerramiento de suelo se propone una solera ventilada con un forjado tipo caviti. Este tipo de sistema consta de elementos prefabricados de polipropileno reciclado con forma de bovedilla que, a modo de encofrado perdido, sirve para ejecutar soleras ventiladas.

Con este sistema se consigue separar la estructura del edificio del terreno para evitar la humedad. A efectos de este proyecto, la solera ventilada ayuda a disipar cargas térmicas a través de la misma. Es por ello que el espesor de aislamiento térmico no debe ser muy elevado con el fin de que la solera cumpla su propósito. A continuación se indican las nuevas capas de este elemento de la envolvente.

SOLERA			
Capa	Material	e (m)	λ / R
1	Hormigón armado	0.080	-
2	XPS resistencia a la compresión 300 kPa	0.030	0.033
3	Hormigón armado	0.080	-
4	Cámara de aire de flujo horizontal	-	0.900
5	Losa hormigón armado	0.600	-
6	Hormigón de limpieza	0.100	-
7	Impermeabilizante polietileno de alta densidad (HDPE)	0.003	-
8	Encachado de bolos	0.050	-
		U = 0.62	W/m²K

Como se puede ver, la transmitancia térmica de la solera es mayor que en la situación convencional, pero también se había visto en los resultados de Visol que las pérdidas térmicas en periodo de refrigeración a través de la solera son mínimas, por lo que no tendrán mucha repercusión. Si bien la solera tendrá estas características, en la unión con el aislamiento de fachada, el espesor de la solera será el suficiente para romper el puente térmico.

Tipo PPTT	SITUACIÓN CONVENCIONAL			AISLAMIENTO CONTINUO FACHADA		
	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)	Longitud (m)	Continuidad	T. lineal (W/mK)
Suelo con fachada	69.72	NO	0.43	69.72	SÍ	0.36

Tabla 22. Valores de puentes térmicos tras actuación en solera

En la imagen siguiente se observa que la solera ventilada tiene un efecto de eliminar cargas en el periodo de refrigeración, y no afecta en tanta medida a la demanda de calefacción.

Estudio de Certificación Energética de un Centro Cívico Cultural en el Cabañal NZEB

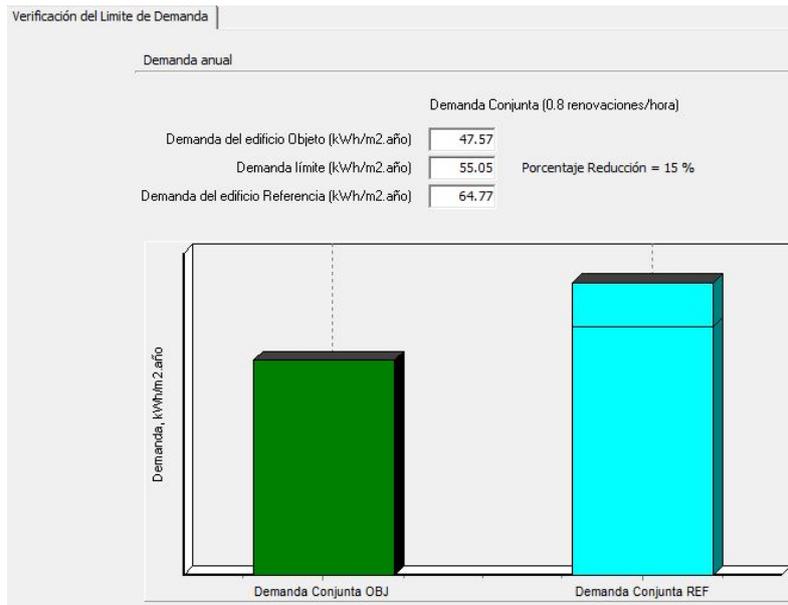


Imagen 51. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a soleras y PPTT

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m².año)	92.65	47.57	45.08
Demanda límite (kWh/m².año)	56.42	55.05	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m².año)	66.38	64.77	
Porcentaje de reducción	15	15	

Tabla 23. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 6

Viendo las demandas de calefacción y refrigeración por separado puede verse ambas mejoran su comportamiento energético.

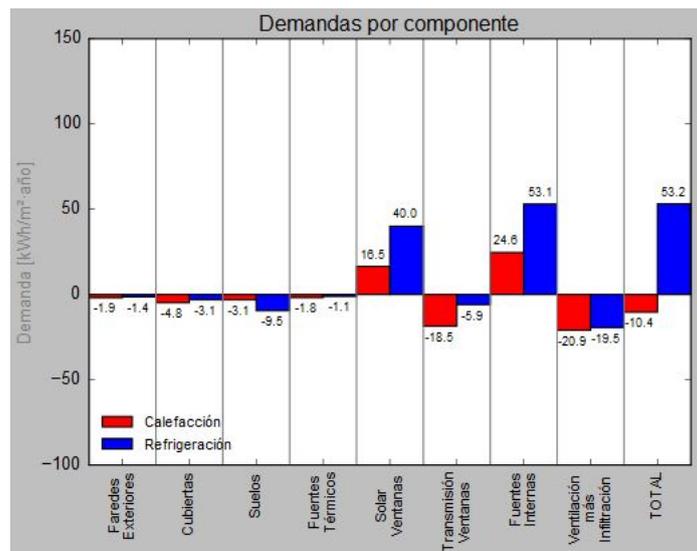


Imagen 52. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con solera ventilada. Visol

9.2.4. Condiciones operacionales y funcionales

En este apartado se van a tener en cuenta la evolución de las cargas por ocupación, equipos e iluminación del edificio a lo largo de unos días tipo, tratando de simular la intervención del SIA y el control de sus parámetros. También se tratará de simular el efecto de la ventilación y la forma en la que disipa las cargas térmicas, ventilando en menor medida en los meses con demanda de calefacción y ventilando más en los meses de demanda de refrigeración.

Primero desarrollamos los horarios de ocupación y equipos. Estos dos horarios serán los mismos asumiendo que se utilizan únicamente cuando haya ocupación y en la misma proporción. Los horarios de ocupación tienen en cuenta una simultaneidad en el uso del edificio, pensando que no en todo momento tiene la ocupación al 100%, si no que su distribución en el tiempo sigue una campana de Gauss en las horas de apertura.

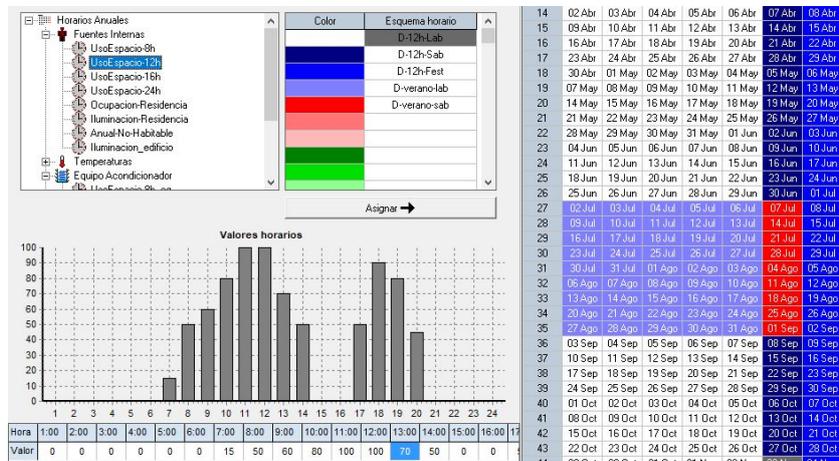


Imagen 53. Distribución horaria de la ocupación.

El horario de iluminación se ha diseñado teniendo en cuenta que en las horas de más sol se aprovecha la iluminación natural gracias al SIA. Es por eso por lo que en las horas centrales del día solo estarán encendidas unas pocas luces, mientras que en las horas de apertura y cierre, es necesario una mayor iluminación artificial.

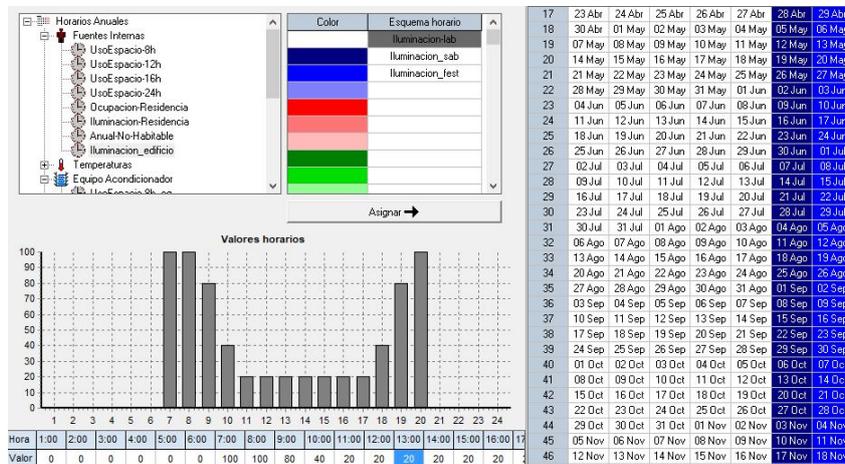


Imagen 54. Distribución horaria de las horas de iluminación

Con el fin de aprovechar la ventilación para mantener las cargas dentro del edificio o disiparlas, se crean dos tipos de horarios. Uno para el periodo de refrigeración, en el que la ventilación es más reducida, pero manteniendo los mínimos exigidos; y otro horario de ventilación para el periodo de refrigeración, en el que la ventilación es más abundante para disipar cargas térmicas.

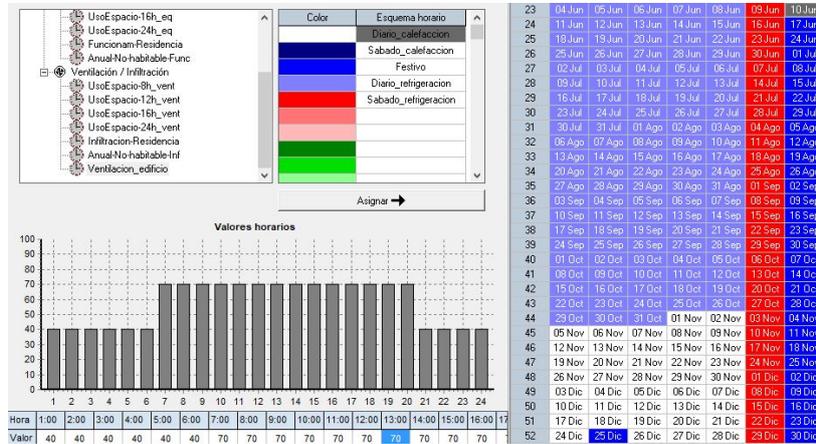


Imagen 55. Horario de ventilación en periodo de calefacción

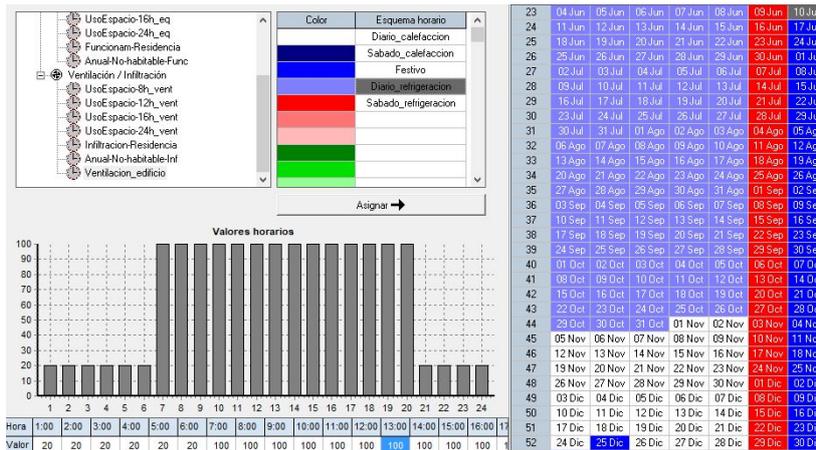


Imagen 56. Horario de ventilación en periodo de refrigeración

De la imagen de la siguiente página vemos el resultado de Verificación de Demanda Límite, que ha disminuido considerablemente. Esto quiere decir que los cambios generados con los horarios de cargas por ocupación, equipos, iluminación y horarios de ventilación son efectivos y ayudan a mejorar la eficiencia energética del edificio.

Estudio de Certificación Energética de un Centro Cívico Cultural en el Cabañal NZEB

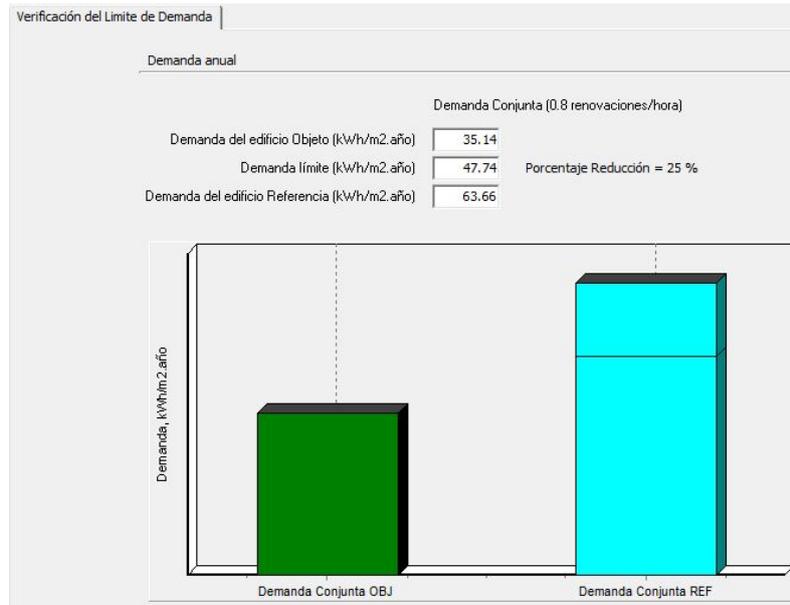


Imagen 57. Resultados de la Verificación de la Demanda Límite aplicando cambios a horarios

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m ² .año)	92.65	35.14	57.51
Demanda límite (kWh/m ² .año)	56.42	47.74	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m ² .año)	66.38	63.66	
Porcentaje de reducción	15	25	

Tabla 24. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda 7

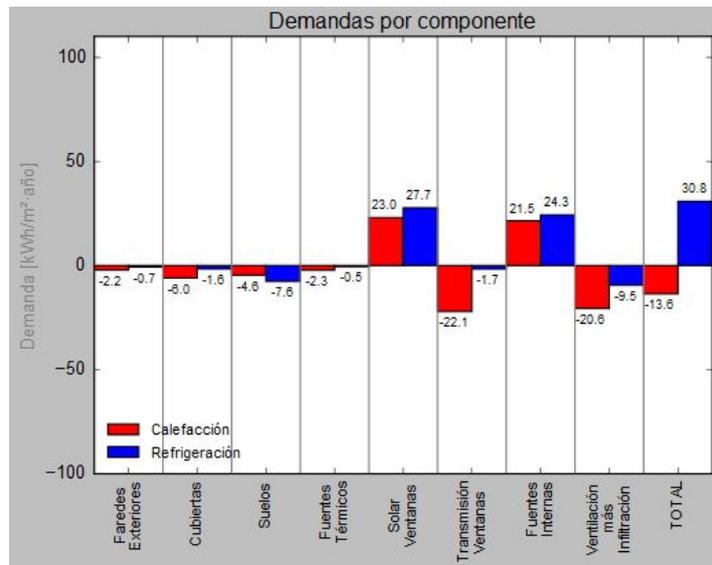


Imagen 58. Demandas por separado de calefacción y refrigeración con horarios. Visol

9.3. Revisión de resultados de las propuestas de mejora

Tras todos los cambios propuestos se han conseguido unos resultados bastante buenos para tener un buen comportamiento energético en el edificio. Ahora que se ha llegado hasta este punto se tiene un buen conocimiento del edificio y de qué factores son los que más importancia tienen. Es por esto y porque el proceso de diseño de la eficiencia energética es un proceso iterativo, se decide realizar unas últimas modificaciones que reduzcan aún más la demanda del edificio. Estas modificaciones son:

- Cambio de los vidrios de acceso a la barraca 1 por vidrios con factor solar de 0.42, con el fin de que entre más radiación solar en invierno.
- Cambio de las protecciones solares estacionales de los huecos de acceso a la barraca uno y de salida a los patios del interior al exterior. Esto cambia el valor de la protección solar estacional de 0.55 a 0.23.
- Ampliación del periodo en el que actúan las protecciones solares estacionales a meses de abril, por tener este una considerable demanda energética.

Con estos últimos cambios, los resultados finales son los siguientes:

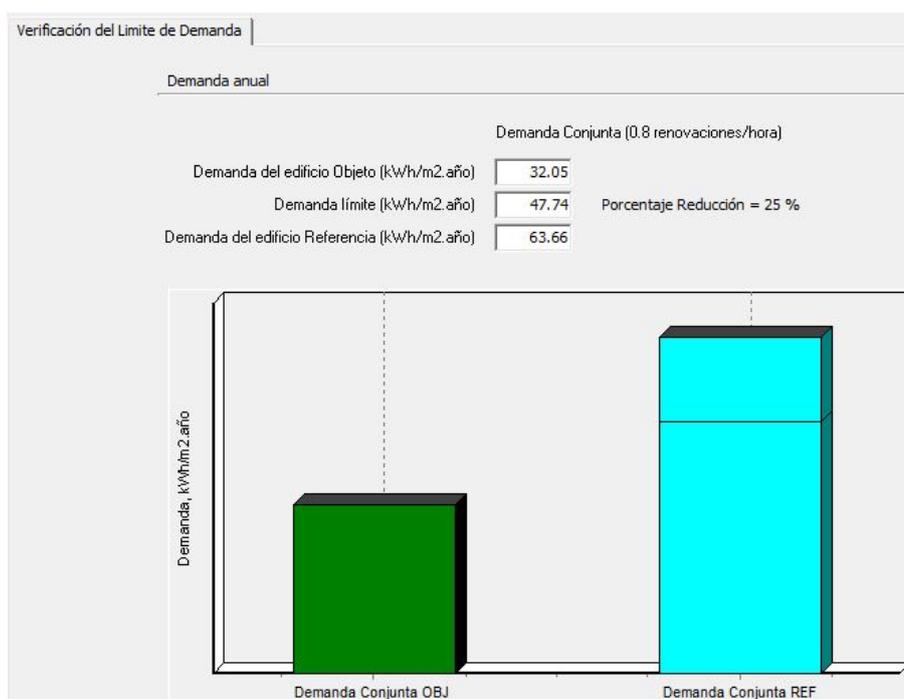


Imagen 59. Resultados de la Verificación del Límite de la Demanda con revisiones finales

	Situación convencional	Situación con mejoras	Ahorro conseguido
Demanda conjunta del edificio objeto (kWh/m².año)	92.65	32.05	60.6
Demanda límite (kWh/m².año)	56.42	47.74	
Demanda del edificio de referencia (kWh/m².año)	66.38	63.66	
Porcentaje de reducción	15	25	

Tabla 25. Comparación de resultados de la Verificación del Límite de Demanda tras revisiones finales

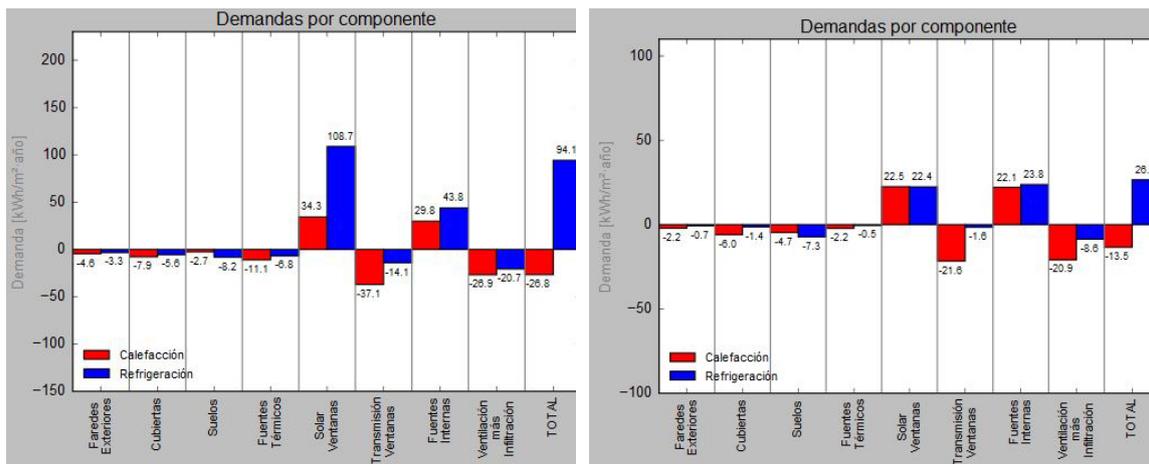


Imagen 60. Comparación de las demandas por separado de calefacción y refrigeración tras revisiones finales. Visol

La imagen 60 se coloca con la finalidad de comparar la situación actual con la situación inicial, y ser consciente del camino recorrido hasta haber llegado a este punto. El factor más exigente para obtener los resultados actuales ha sido la demanda de refrigeración, y es comprensible, pues se trata de un edificio con mucha superficie de huecos. Para solventar este problema las soluciones más efectivas han sido la utilización de protecciones solares estacionales y el control de horarios y de la ventilación. Para conseguir las exigencias de la demanda de refrigeración ha sido clave utilizar un adecuado aislamiento, minimizar los puentes térmicos y hermetizar el edificio para evitar pérdidas térmicas por infiltraciones.

10. DEFINICIÓN DE NUEVOS SISTEMAS EN CALENER GT

Después de los resultados del HE1, se comienza con la exportación a Calener GT, que origina los mismos errores que se formaron con la situación convencional. Por lo tanto, se deben volver a corregir los problemas de orientación de sombras, altura de espacios, materiales de cerramientos y absortividad de materiales, entre otros.

En los siguientes apartados se describirán los nuevos sistemas introducidos en el programa, que, al ser un proyecto que ha sido desarrollado en la empresa en prácticas, algunos han sido propuestos por otras empresas, como se indicará en cada una de ellas.

10.1. Uso de energías renovables

10.1.1. Geotermia

Desde uno de los despachos colaboradores en el proyecto, se propone la utilización de un sistema de bomba de calor geotérmica para la producción de calefacción y refrigeración. El sistema estará compuesto por dos bombas de calor geotérmicas y estas alimentarán a cuatro

UTAs que distribuirán el aire climatizado a través de conductos por las estancias acondicionadas del edificio.

Para modelizar este tipo de sistema se han seguido las instrucciones del ICAEN, que en uno de sus documentos de ayuda al programa Calener GT, indica cual es la forma de modelizar este sistema en el programa. El esquema del sistema en el programa es el siguiente.

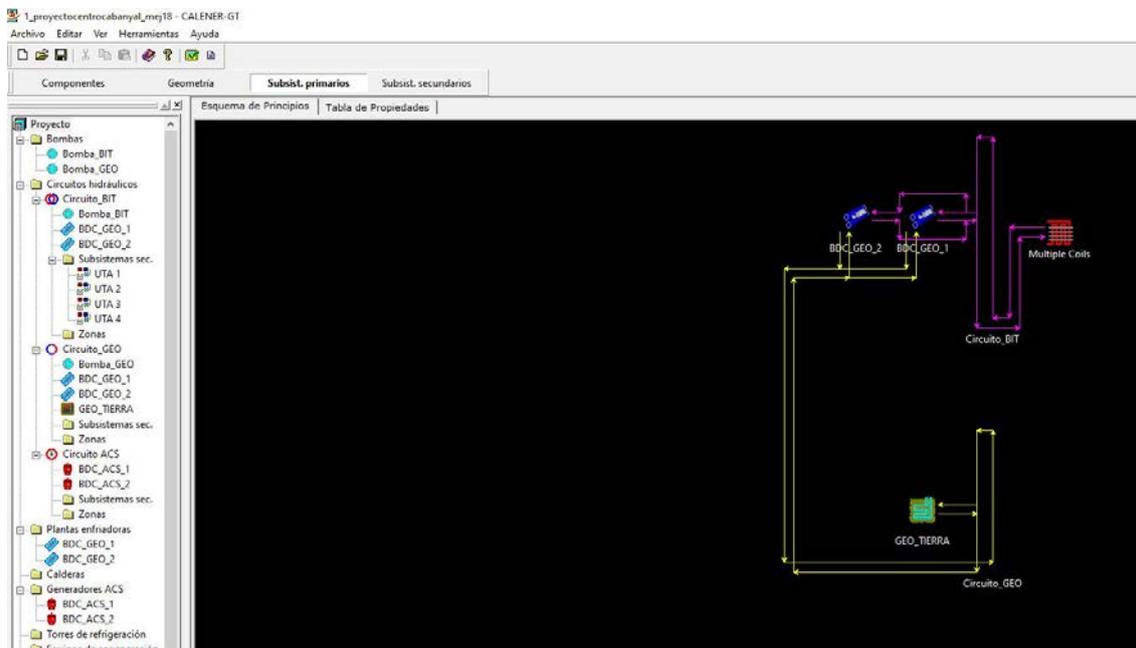


Imagen 61. Sistema de producción de climatización con geotermia en Calener GT

El sistema consta de dos bombas de calor en paralelo, con dos circuitos de agua, uno que intercambia calor con el terreno y el otro con las UTAs. Los circuitos de agua disponen de bombas con variador de frecuencia para la circulación del agua. Las características técnicas de las bombas de calor geotérmicas se detallan en su ficha técnica en los anexos, aquí se resumen esas características.

Equipo	Uds.	Pot. Ref. (kW)	EER	Pot. Cal (kW)	COP
BDC ecoGEO HP 15-70	2	40	4.5	45	4.5

Tabla 26. Resumen características bomba de calor geotérmica

En cuanto a las cuatro Unidades de Tratamiento de Aire, se introducen en el programa Calener GT como sistemas de todo aire caudal variable y se conectan con el circuito de salida de las bombas de calor geotérmicas, estas serán las baterías que aporten calor o frío a estas unidades para climatizar las estancias. Las características de estas UTAs se encuentran en la ficha técnica en anexos. Además, las características de las UTAs tienen un rango de actuación y pueden ajustarse, por eso en el programa Calener GT se han introducido las potencias y caudales necesarias a las demandas del edificio. En la siguiente tabla se resumen las características de cada UTA.

Equipo	Espacio	Uso	P. Vent. I (kW)	Caudal I (m³/h)	P. Vent. E (kW)	Caudal E (m³/h)	Free-cooling	Recup. Calor
UTA 1	E01	Vestíbulo, bar, conserjería	2.7	6000	2.7	6000	Por entalpía	80%
	E02	Despachos 1 y 2						
UTA 2	E04	Aulas	3.3	8000	3.3	8000	Por entalpía	80%
UTA 3	E03	Gimnasio/Aula salud	2.7	5000	2.7	5000	Por entalpía	80%
	E05	Despachos 3 y 4						
UTA 4	E06	Sala multiusos	2.7	5000	2.7	5000	Por entalpía	80%

Tabla 27. Resumen características de las Unidades de Tratamiento de Aire

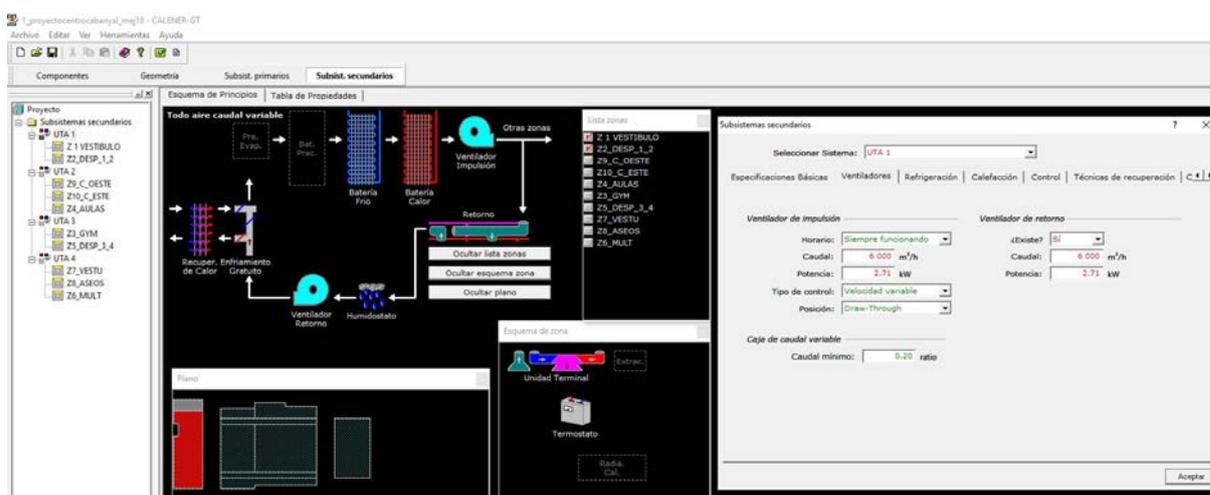


Imagen 62. Esquema del sistema de las UTAs en Calener GT

10.1.2. Aerotermia

Para la producción de ACS se propone utilizar un sistema de bomba de calor aerotérmica en sustitución del sistema de producción actual de termo eléctrico con aportación solar térmica. Este sistema de aerotermia consiste en una bomba de calor de alta eficiencia que, llegado a cierto rendimiento, puede considerarse como aportación renovable. Según el HE4 del DB-HE, se puede sustituir total, o parcialmente el apoyo solar térmico para ACS y calefacción por otra energía renovable, justificando que las emisiones de CO₂ de la nueva energía renovable y su CEPNR no superan a las del sistema de referencia. Según este mismo documento, el sistema de referencia consta de una caldera de gas natural apoyada por una instalación solar térmica con una aportación mínima según la *Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %*. Se proyectan dos bombas de calor aerotérmicas en paralelo de las siguientes características.

Equipo	Uds.	Fuente de energía	Demanda (L/día)	Potencia (kW)	Volumen (L)	COP	Apoyo solar
BDC aerotérmica	2	Electricidad	1170.00	1.60	300.00	4.00	0.00%

Tabla 28. Resumen características de bomba de calor aerotermia en Calener GT

Las bombas de calor aerotérmicas elegidas son de la marca Efi, cuyas características técnicas se dejan en anexos. La justificación indicada en el párrafo anterior se detalla en el apartado de cálculos en anexos.

10.1.3. Fotovoltaica

Como se ha indicado en capítulos anteriores, los faldones de las cubiertas inclinadas orientadas a sur están cubiertas por placas solares fotovoltaicas, que abastecen de electricidad a los equipos del edificio para reducir su CEPNR. Esta instalación es propuesta y dimensionada por uno de los despachos colaboradores del proyecto, y entra dentro del presente trabajo simular qué influencia tiene esta instalación en la eficiencia energética del edificio y cuál es el ahorro de CEPNR y ECO2. En la siguiente imagen se muestran la situación de la instalación fotovoltaica en las cubiertas.



Imagen 63. Situación de la instalación fotovoltaica en las cubiertas del edificio. Fuente: Proyecto de ejecución

La energía anual generada por la instalación fotovoltaica es de 113103.89kWh/año. Este dato ha sido proporcionado por el despacho que propuso la instalación y en anexos se adjunta la hoja de la energía generada mensualmente.

Esta energía generada con la instalación fotovoltaica se introduce en el programa Calener GT en la pestaña de Energías Renovables dentro de Datos generales.

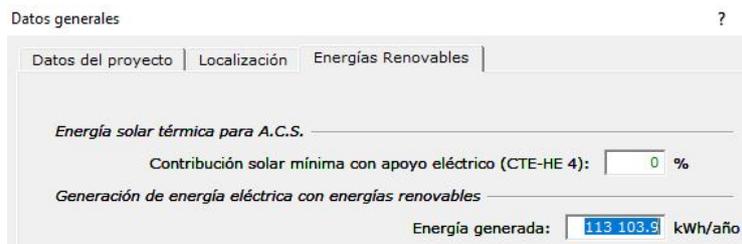


Imagen 64. Introducción de la aportación de fotovoltaica en Calener GT

11. CONCLUSIONES

Tras todos los cambios propuestos, se ha conseguido una reducción importante de las demandas de calefacción y refrigeración, así como de los consumos de energía primaria y las emisiones de CO₂.

Primero se van a indicar los resultados de la calificación energética sin la energía que aporta la instalación de fotovoltaica, para ver cuáles serían esos consumos y poder compararlo con la situación convencional.



Imagen 65. Calificación energética del edificio sin la aportación de energía fotovoltaica

	SITUACIÓN CONVENCIONAL		SITUACIÓN CON MEJORAS		AHORRO			
	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año		
D. calefacción	E	23.8	18294.8	B	14.7	11298.0	9.1	6996.8
D. refrigeración	E	96.1	73983.9	B	27.1	20874.5	69.0	53109.4
		kWh/m ²	kWh/año		kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
CEP climatización	C	623.1	479858.4	A	97.9	75373.4	525.2	404485.0
CEP ACS	D	92.1	70924.2	A	8.1	6248.7	84.0	64675.5
CEP iluminación	C	85.0	65415.3	A	9.9	7644.5	75.1	57770.8
CEP totales	C	800.2	616197.9	A	115.9	89266.6	684.3	526931.3
		kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año		kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
ECO ₂ climatización	B	105.6	81319.5	A	16.6	12783.2	89.0	68536.3
ECO ₂ ACS	D	15.6	12013.1	A	1.4	1078.1	14.2	10935.0
ECO ₂ iluminación	D	14.4	11089.0	A	1.7	1309.1	12.7	9779.9
ECO ₂ totales	B	135.6	104421.6	A	19.7	15170.4	115.9	89251.2

Tabla 29. Comparación de la calificación energética de la situación convencional con la situación actual sin la aportación fotovoltaica

Como se ve en la tabla anterior, los ahorros en la demanda, los Consumos de Energía Primaria y las Emisiones de CO₂ son muy grandes y hacen que el edificio tenga un comportamiento energético acorde a los criterios de nZEB.

Para reducir la demanda energética del edificio, se ha actuado sobre los elementos que componen la envolvente térmica y sobre las condiciones operacionales del mismo (horarios y simultaneidad de fuentes internas). De manera resumida se va a explicar los pasos seguidos para reducir esa demanda.

La primera medida adoptada, y la más influyente, ha sido realizar un cambio de las carpinterías y los vidrios de los huecos, empleando unos de mejores prestaciones. El criterio que se ha seguido para aplicar esta mejora ha sido actuar primero en aquellos elementos de la envolvente térmica que más afectaban al comportamiento energético del edificio. Y tal y como hemos visto en los resultados de la herramienta Visol, las pérdidas y ganancias a través de los huecos eran muy superiores al resto. Se han utilizado diferentes vidrios según la orientación y situación del hueco. Para todos los huecos se han instalado protecciones solares estacionales, para controlar la radiación incidente a través de los vidrios según la estación del año. El ahorro conseguido en la demanda del edificio con estas medidas es de 40.66 kWh/m²año.

La siguiente propuesta de mejora para disminuir la demanda energética, ha sido reducir las pérdidas energéticas a través de los elementos opacos de la envolvente térmica. Esto incluye: utilizar un SATE para la fachada, un panel termochip para las cubiertas y una solera ventilada, así como minimizar las pérdidas energéticas por puentes térmicos. El ahorro conseguido con estas mejoras es de 45.08 kWh/m²año, respecto al edificio en la situación convencional. Estas medidas han sido algo menos influyentes porque iban encaminadas a reducir la demanda de calefacción, y han provocado un empeoramiento de la demanda de refrigeración. Sin embargo, sí que han ido positivas para el objetivo de este proyecto, puesto que la demanda de refrigeración se ha vuelto a reducir con las últimas propuestas de mejora.

Por último, se ha conseguido reducir esa demanda energética gracias a considerar la influencia del SIA, a través de unos horarios que tengan en cuenta una simultaneidad en el uso del edificio. Para ello se han creado diferentes horarios de ocupación, iluminación y ventilación. En este aspecto, el horario de ventilación ha sido el más influyente. Se han creado diferentes horarios de ventilación para los periodos de calefacción y refrigeración, de manera que en invierno se reduzca la ventilación para mantener el calor en el interior del edificio, y se haga lo contrario en el periodo de calefacción. Esta medida se ha aplicado debido a la necesidad de reducir la demanda de refrigeración. Debido a la densidad de las fuentes internas, la carga térmica en el edificio en periodo de refrigeración es muy alta. Es por esto por lo que se decide reducir estas cargas a través de la ventilación, como se ha explicado anteriormente. Además, este sistema se verá apoyado por la tecnología de free-cooling que incorporan las instalaciones de climatización del edificio.

En los apartados correspondientes de cada medida de mejora adoptada, se detallan los ahorros conseguidos y la influencia de cada mejora por separado. El ahorro de la demanda energética con todas las medidas de mejora es de 60.6 kWh/m²año.

En cuanto a la reducción del CEPNR y las ECO2, se han conseguido gracias a la utilización de equipos de bomba de calor muy eficientes para las instalaciones térmicas del edificio, a una iluminación tipo LED y a la intervención del SIA en el control de los sistemas anteriores. El criterio que se ha seguido para la elección de estos equipos es la necesidad de emplear unas instalaciones de muy bajo consumo energético, y a la utilización de energías renovables para cubrir las demandas del edificio. Es por esto por lo que se instala un sistema

de producción de calefacción y refrigeración por bomba de calor geotérmica. Con este sistema se consiguen los mayores ahorros en consumo de energía y emisiones de CO₂ del edificio, porque los equipos de climatización anteriores no eran muy eficientes. Además, las UTAs incorporan tecnología free-cooling y recuperación de calor. Esos ahorros de Consumo de Energía Primaria son de 525.2 kWh/m²año, y la reducción de las emisiones de CO₂ es de 89.0 kgCO₂/m²año.

Para la producción de ACS, se sustituyen los termos eléctricos por bombas de calor aerotérmicas. Estas tienen un mayor rendimiento, y producen la misma demanda de agua caliente con un ahorro de energía primaria de 84.0 kWh/m²año, y una reducción de las ECO₂ de 14.2 kgCO₂/m²año.

Gracias a la iluminación tipo LED y a la intervención del SIA, se consigue aprovechar la luz natural a través de los huecos y reducir las horas de encendido de las lámparas. El ahorro en el consumo de energía primaria es de 75.1 kWh/m²año y la reducción de las ECO₂ es de 12.7 kgCO₂/m²año.

Para cubrir los consumos de energía primaria del edificio, se decide utilizar una instalación fotovoltaica, que se ha decidido exponer en una calificación a parte para poder realizar los análisis anteriores. Nótese que el Consumo de Energía Primaria que tiene el edificio sumando todos sus consumos parciales es de 89266.6 kWh/año, y se ha indicado en la *imagen 64* que la producción anual de la instalación fotovoltaica es de 113103.89 kWh. La producción es superior al consumo necesario, por tanto podemos afirmar que el edificio, a lo largo de su vida útil, producirá más energía de la que consume. La siguiente imagen presenta la calificación del edificio con la aportación de fotovoltaica.

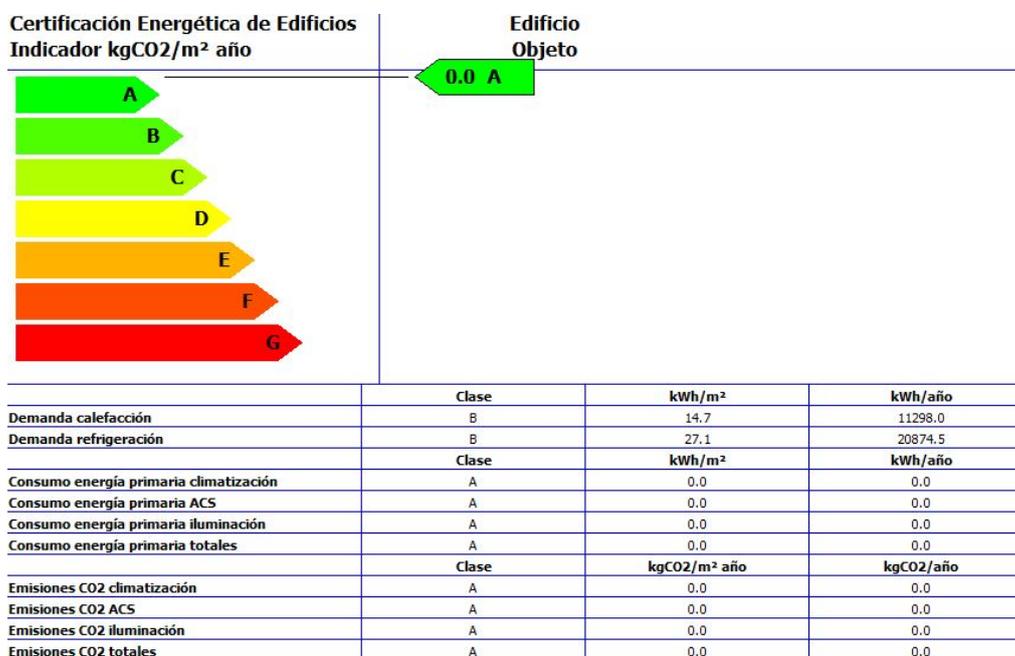


Imagen 66. Calificación energética final del edificio

En este momento cobra sentido el significado de nZEB, Nearly Zero Energy Building pues estamos ante un edificio de consumo de energía casi nulo. En la siguiente imagen se puede ver el Consumo de Energía Primaria No Renovable del edificio en comparación con el

edificio de referencia. Este consumo es negativo, pues, como ya se ha justificado, el edificio produce más energía de la que consume.

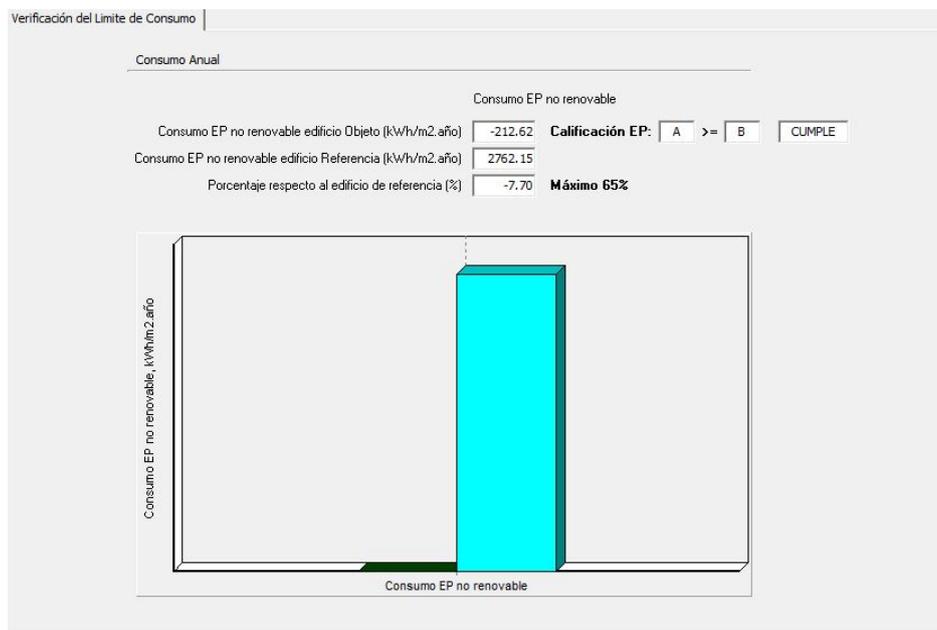


Imagen 67. Verificación del Limite de Consumo

Atendiendo a los objetivos iniciales del proyecto, se concluye que estos se han alcanzado. El primer objetivo consistía en realizar una simulación energética del edificio en una situación convencional, para después proponer nuevos sistemas e instalaciones que mejoren su comportamiento energético. Esto se ha hecho en la primera parte del proyecto, donde se estudia la situación inicial del edificio, y en los apartados correspondientes a las propuestas de mejora.

El objetivo de conseguir un Consumo de Energía Casi Nulo en el edificio, se ha conseguido gracias a la reducción de la demanda energética con los métodos descritos en los apartados anteriores. Y gracias a la utilización de energías renovables para cubrir la poca demanda energética que tiene el edificio. Finalmente, se ha logrado reducir la dependencia energética del edificio hasta el punto de conseguir que produzca más energía de la que consume, en ciertos momentos, gracias a la instalación fotovoltaica. Esto es en esencia la filosofía de un edificio NZEB.

En cuanto a los objetivos secundarios, gracias a las actuaciones que se han realizado en la envolvente térmica y a la mejora en las prestaciones de las instalaciones térmicas, podríamos estar seguros de que el comfort de las personas que van a utilizar el edificio es superior, y que esto contribuye a mejorar su calidad de vida. Gracias a la reducción del consumo energético que se ha conseguido en el edificio y a la reducción de las emisiones de CO₂, disminuyen los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera. En consecuencia, este edificio contribuye, dentro de sus capacidades, a mitigar los efectos del cambio climático.

Con estas conclusiones, se puede afirmar que el proyecto ha alcanzado sus objetivos iniciales de forma satisfactoria.

También cabe mencionar, que el edificio del presente trabajo es un proyecto que se está realizando para una construcción real, que actualmente está en fase de proyecto. Si bien los datos utilizados para realizar este estudio energético han tratado de ser lo más rigurosos posibles, es difícil prever cuáles serán con total exactitud los usos que se van a dar al edificio y que afectarán a su comportamiento energético, pues dependen de factores completamente imprevisibles; como los factores climatológicos y de ocupación, entre otras cosas. Por tanto, el comportamiento energético final del edificio dependerá en gran medida de la cantidad de actividad final que tenga y de la climatología, que son elementos sobre los que se pueden hacer previsiones aproximadas, pero no exactas.

Para finalizar, hay que añadir que la tendencia de los edificios de nueva construcción será de edificios nZEB. No solo por el auge de edificios de estas características, sino porque a partir de 2021, según la normativa española, todos los edificios de nueva construcción y las rehabilitaciones de los mismos, deberán hacerse bajo los criterios de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO

En este presupuesto se tienen en cuenta los costes derivados del trabajo realizado, la amortización de los equipos utilizados para llevarlo a cabo y el material fungible.

Se ha tenido en cuenta el precio de amortización del ordenador, teniendo en cuenta una media de uso de 3h/día, de la tinta de impresora y de la impresora. Así como de material de oficina utilizado para realizar trabajo sobre el escritorio.

	Ordenador	Software
Coste (€)	1200.00	0.00
Vida útil	5.00	-
Horas de uso (h/año)	1277.50	-
Precio (€/h)	0.19	-
Impresora		
Coste		175.2
Vida útil		3
Cantidad páginas (páginas/año)		1095
Precio (€/página)		0.05
Tinta impresora		
Coste (€)		26.50
Rendimiento (páginas/cartucho)		340.00
Precio (€/página)		0.08

Tabla 30. Precios base para el cálculo de presupuesto

Los costes derivados del software utilizado tanto para la simulación energética como para la escritura del proyecto o lectura de archivos CAD, entre otros softwares utilizados, es nulo. Puesto que todas las aplicaciones utilizadas son de acceso libre o se ha usado una licencia de la universidad.

PRESUPUESTO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA SITUACIÓN CONVENCIONAL

Concepto	Precio unitario (€)	Unidad	Cantidad	Total (€)
Análisis de partida y datos iniciales	25.00	hora	15	375.00
Introducción de datos en el programa	25.00	hora	20	500.00
Modelado geométrico	25.00	hora	15	375.00
Interpretación y corrección de resultados	25.00	hora	35	875.00
TOTAL				2 125.00 €

CERTIFICACIÓN ENERGETICA SITUACIÓN CON MEJORAS

Concepto	Precio unitario (€)	Unidad	Cantidad	Total (€)
Análisis de actuaciones posibles	25.00	hora	30	750.00
Búsqueda de soluciones comerciales	25.00	hora	40	1000.00
Introducción de datos en el programa	25.00	hora	30	750.00
Análisis y comparación de resultados	25.00	hora	30	750.00

TOTAL 3 250.00 €

DESARROLLO DEL TRABAJO

Concepto	Precio unitario (€)	Unidad	Cantidad	Total (€)
Reuniones y visitas	25.00	hora	5	125.00
Escritura del proyecto	25.00	hora	80	2000.00

TOTAL 2 125.00 €

AMORTIZACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIAL FUNGIBLE

Concepto	Precio unitario (€)	Unidad	Cantidad	Total (€)
Ordenador	0.19	hora	300	57.00
Impresora	0.05	Páginas	60	3.00
Software	0	-	300	0.00
Material oficina	1	Ud.	30	30.00
Tinta impresora	0.08	Páginas	60	4.80
Impresión del proyecto	25	Ud.	1	25.00

TOTAL 119.80 €

RESUMEN POR PARTIDAS

	Total (€)
CERTIFICACIÓN ENERGETICA SITUACIÓN CONVENCIONAL	2125.00
CERTIFICACIÓN ENERGETICA SITUACIÓN CON MEJORAS	3250.00
DESARROLLO DEL TRABAJO	2125.00
AMORTIZACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIAL FUNGIBLE	119.80

TOTAL PROYECTO (SIN IVA) 7 619.80 €

EL PRESUPUESTO DEL PRESENTE PROYECTO ASCIENDE A SIETE MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS

BIBLIOGRAFÍA

ATECYR (2012) DTIE 7.04 Entrada de Datos al programa Calener GT. Arcadio García Lastra. Antonio García Laespada. Víctor Soto Francés. Jose Manuel Pinazo Ojer.

IDAE (2010) Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización.

Institut Català d'Energia (2012) Preguntas frecuentes sobre las herramientas de calificación de eficiencia energética de edificios.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE (2011) 2º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020.

IVACE. Nota informativa sobre la instalación de bombas de calor para producción de ACS en sustitución de la contribución solar mínima de ACS exigida por la HE4 del CTE.

Ministerio de Fomento (2017) Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE «Ahorro de energía» y el Documento Básico DB-HS «Salubridad», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Ministerio de Fomento (2017) Proyecto de Real Decreto por el que se modifica el RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Versión para trámite de audiencia e información pública).

Ministerio de Fomento (2018) Borrador del Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía del CTE. DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

Ministerio de Fomento (2015) Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía del CTE. DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

Ministerio de Fomento (2014) Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía del CTE. DA DB-HE/3 Puentes Térmicos.

Ministerio de Fomento (2018, julio) Condiciones de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios. Borrador julio 2018. Elaborado con la colaboración del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja IETcc-CSIC.

Ministerio de Fomento (2010) Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero y sentencia del TS de 4/5/2010 y sentencia por el que se modifica el Documento Básico SI Seguridad en Caso de Incendio. SI 3 Evacuación de ocupantes.

Ministerio de Fomento (2018, mayo) Propuesta de valores de indicadores para el DBHE 2018 (nZEB) elaborado con la colaboración del Grupo de Energética Edificatoria y sostenibilidad de la Unidad de la Construcción Eduardo Torroja IETcc-CSIC.

Ministerio de Fomento e IDAE (2013) Manual de Referencia. Manual Técnico. Manual de Usuario. Manual de Curvas. Calener GT para la Calificación Energética de Grandes Edificios Terciarios.

Ministerio de Fomento e IDAE (2013) Manual de usuario de la Herramienta Unificada para la Verificación del Documento Básico HE del CTE y la Certificación Energética de Edificios.

Ministerio de Industria, Energía y Turismo (2013) Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE).

Unión Europea (2018) Directiva UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Unión Europea (2018/2001) del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

ANEXOS

1. CÁLCULO DE DENSIDAD DE LAS FUENTES INTERNAS

En este apartado se muestra el método usado para obtener unos valores para tener un orden de magnitud de las cargas del edificio. Para ello se ha utilizado el Documento Básico de Ahorro de la Energía que en su apéndice A del DB HE1 establece lo siguiente:

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

ΣC_{oc} = suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

ΣC_{il} = suma de las cargas nominales por iluminación [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

ΣC_{eq} = suma de las cargas nominales de equipos [W/m²], por hora y a lo largo de una semana tipo

Ecuación 2. Densidad de las fuentes internas. Apéndice A DB HE1 comentado

Que a modo de ejemplo de cálculo indica estas directrices:

Ejemplo de cálculo de la densidad de las fuentes internas y el nivel de carga interna:
 Superficie del espacio de 100m²
 Potencia total de iluminación: 100W
 Carga sensible máxima por ocupación: 300W
 Carga máxima de equipos: 2000W
 Distribución de cargas en una semana tipo:
 LU-VIE: Iluminación, ocupación y equipos al 100% durante 8h.
 Iluminación y equipos al 10% durante 16h.
 SA: Iluminación, ocupación y equipos al 100% durante 6h.
 Iluminación y equipos al 10% durante 18h.
 DO: Iluminación, y equipos al 10% durante 24h.

Total:

$$\Sigma C_{oc} = (5 \text{ días} \cdot 1,0 \cdot 8\text{h/día} + 1 \text{ día} \cdot 1,0 \cdot 6\text{h/día}) \cdot 300\text{W} / 100\text{m}^2 = 138\text{Wh/m}^2$$

$$\Sigma C_{il} = (5 \text{ días} \cdot (1,0 \cdot 8\text{h/día} + 0,1 \cdot 16\text{h/día}) + 1 \text{ día} \cdot ((1,0 \cdot 6\text{h/día} + 0,1 \cdot 18\text{h/día}) + 1 \text{ día} \cdot ((0,1 \cdot 24\text{h/día}))) \cdot 100\text{W} / 100\text{m}^2 = 58,2\text{Wh/m}^2$$

$$\Sigma C_{eq} = (5 \text{ días} \cdot (1,0 \cdot 8\text{h/día} + 0,1 \cdot 16\text{h/día}) + 1 \text{ día} \cdot (1,0 \cdot 6\text{h/día} + 0,1 \cdot 18\text{h/día}) + 1 \text{ día} \cdot (0,1 \cdot 24\text{h/día})) \cdot 2000\text{W} / 100\text{m}^2 = 1164\text{Wh/m}^2$$

$$C_{FI} = \Sigma C_{oc} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{il} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{eq} / (7 \cdot 24) = 138\text{Wh/m}^2 / (7 \text{ días} \cdot 24 \text{ h/día}) + 58,2\text{Wh/m}^2 / (7 \text{ días} \cdot 24 \text{ h/día}) + 1164\text{Wh/m}^2 / (7 \text{ días} \cdot 24 \text{ h/día}) = 8,10\text{W/m}^2$$

Luego la densidad de las fuentes internas resultante es de 8,10W/m², que corresponde a una carga interna MEDIA según la tabla A.1.

Ecuación 3. Cálculo de la densidad de fuentes internas. Apéndice A DB HE1 comentado

Para la en Valor de Eficiencia Energética de la Instalación de iluminación se utiliza la siguiente fórmula:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad \text{Ecuación 4. VEEI. DB HE3 comentado}$$

(2.1)

siendo

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m²];

E_m la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

OCUPACIÓN

Espacio	Uso	Tipo	Sup. (m ²)	Alt. (m)	Vol. (m ³)	Ocup. (pers.)	Oc. (m ² /pers)	Carga Unit (W/pers)	Carga pers (W)	Q _{ocup} (Wh/m ²)
E01	Vestíbulo, bar, conserjería	A	140.42	5.81	815.86	53	2.6	65	3445	647.67
E02	Despachos 1 y 2	A	20.72	5.81	120.38	2	10.4	75	150	286.68
E03	Gimnasio/Aula salud	A	99.60	5.81	578.68	40	2.5	185	7400	1225.89
E04	Aulas	A	184.80	5.81	1073.68	80	2.3	90	7200	771.43
E05	Despachos 3 y 4	A	19.92	5.81	115.74	2	10.0	75	150	298.19
E06	Sala multiusos	A	131.37	5.81	763.28	90	1.5	170	15300	1537.30
E07	Vestuarios	NA	52.36	5.81	304.21	3	17.5	110	330	249.58
E08	Aseos, camerinos	NA	47.41	5.81	275.43	5	9.5	75	375	313.25
E09	Corredor oeste	NA	36.74	5.81	213.44	0	-	-	-	-
E10	Corredor este	NA	36.74	5.81	213.44	0	-	-	-	-

ILUMINACIÓN

Espacio	Uso	Tipo	Sup. (m ²)	Alt. (m)	Vol. (m ³)	E _m (lux)	P _{máx} (W)	P _{ins} (W/m ²)	VEEI	VEEI _{lim}	Q _{ilum} (Wh/m ²)
E01	Vestíbulo, bar, conserjería	A	140.42	5.81	815.86	300	660	4.70	1.57	4	155.10
E02	Despachos 1 y 2	A	20.72	5.81	120.38	500	148	7.14	1.43	3	235.71
E03	Gimnasio/Aula salud	A	99.60	5.81	578.68	300	481	4.83	1.61	4	159.37
E04	Aulas	A	184.80	5.81	1073.68	450	888	4.81	1.07	3.5	158.57
E05	Despachos 3 y 4	A	19.92	5.81	115.74	500	148	7.43	1.49	3	245.18
E06	Sala multiusos	A	131.37	5.81	763.28	300	481	3.66	1.22	8	120.82
E07	Vestuarios	NA	52.36	5.81	304.21	250	222	4.24	1.70	4	139.92
E08	Aseos, camerinos	NA	47.41	5.81	275.43	250	400	8.44	3.38	4	278.45
E09	Corredor oeste	NA	36.74	5.81	213.44	150	300	8.17	5.44	6	269.49
E10	Corredor este	NA	36.74	5.81	213.44	150	300	8.17	5.44	6	269.49

EQUIPOS

Espacio	Uso	Tipo	Sup. (m ²)	Alt. (m)	Vol. (m ³)	Equipos	Potencia (W)	Pot (W/m ²)	Q _{equip} (Wh/m ²)
E01	Vestíbulo, bar, conserjería	A	140.42	5.81	815.86	Ordenador, pantalla, proyector, cocina...	1600	11.39	451.21
E02	Despachos 1 y 2	A	20.72	5.81	120.38	Ordenador, impresora, pantallas...	300	14.48	573.36
E03	Gimnasio/Aula salud	A	99.60	5.81	578.68	Altavoces, pantalla	500	5.02	198.79
E04	Aulas	A	184.80	5.81	1073.68	Cocina, altavoces, ordenadores, pantallas...	4500	24.35	964.29
E05	Despachos 3 y 4	A	19.92	5.81	115.74	Ordenador, impresora, pantallas...	300	15.06	596.39
E06	Sala multiusos	A	131.37	5.81	763.28	Altavoces, pantallas	1100	8.37	165.79
E07	Vestuarios	NA	52.36	5.81	304.21	Duchas	2000	38.20	756.30
E08	Aseos, camerinos	NA	47.41	5.81	275.43	-	-	-	-
E09	Corredor oeste	NA	36.74	5.81	213.44	-	-	-	-
E10	Corredor este	NA	36.74	5.81	213.44	-	-	-	-
							10300		

VENTILACIÓN

Espacio	Uso	Tipo	Sup. (m ²)	Alt. (m)	Vol. (m ³)	IDA	Vent (dm ³ /s*pers)	Ocup (pers)	Vent (m ³ /h)	Renov (r/h)	Recup (r/h)
E01	Vestíbulo, bar, conserjería	A	140.42	5.81	815.86	2	12.5	53	2385.00	2.92	0.73
E02	Despachos 1 y 2	A	20.72	5.81	120.38	2	12.5	2	90.00	0.75	0.19
E03	Gimnasio/Aula salud	A	99.60	5.81	578.68	3	8	40	1152.00	1.99	0.50
E04	Aulas	A	184.80	5.81	1073.68	2	12.5	80	3600.00	3.35	0.84
E05	Despachos 3 y 4	A	19.92	5.81	115.74	2	12.5	2	90.00	0.78	0.19
E06	Sala multiusos	A	131.37	5.81	763.28	3	8	90	2592.00	3.40	0.85
E07	Vestuarios	NA	52.36	5.81	304.21	3	8	3	86.40	0.28	0.07
E08	Aseos, camerinos	NA	47.41	5.81	275.43	3	8	5	144.00	0.52	0.13
E09	Corredor oeste	NA	36.74	5.81	213.44	3	8	0	0.00	0.00	0.00
E10	Corredor este	NA	36.74	5.81	213.44	3	8	0	0.00	0.00	0.00

CARGAS												
Espacio	Uso	Tipo	Sup. (m ²)	Alt. (m)	Vol. (m ³)	Q _{ocup} (Wh/m ²)	Q _{illum} (Wh/m ²)	Q _{equip} (Wh/m ²)	Total (W/m ²)	Carga interna		
E01	Vestibulo, bar, conserjería	A	140.42	5.81	815.86	647.67	155.10	451.21	7.46	Media		
E02	Despachos 1 y 2	A	20.72	5.81	120.38	286.68	235.71	573.36	6.52	Media		
E03	Gimnasio/Aula salud	A	99.60	5.81	578.68	1225.89	159.37	198.79	9.43	Alta		
E04	Aulas	A	184.80	5.81	1073.68	771.43	158.57	964.29	11.28	Alta		
E05	Despachos 3 y 4	A	19.92	5.81	115.74	298.19	245.18	596.39	6.78	Media		
E06	Sala multiusos	A	131.37	5.81	763.28	1537.30	120.82	165.79	10.86	Alta		
E07	Vestuarios	NA	52.36	5.81	304.21	249.58	139.92	756.30	6.82	Media		
E08	Aseos, camerinos	NA	47.41	5.81	275.43	313.25	278.45	-	3.52	Baja		
E09	Corredor oeste	NA	36.74	5.81	213.44	-	269.49	-	1.60	Baja		
E10	Corredor este	NA	36.74	5.81	213.44	-	269.49	-	1.60	Baja		

Carga interna	Densidad de las fuentes internas
Baja	0 - 6
Media	6 - 9
Alta	9 - 12
Muy alta	12 - En adelante

2. GIRO PARA RE-ORIENTACIÓN DE SOMBRAS

En la exportación a Calener GT se producen unos errores, entre los cuales se genera un giro de las sombras debido a una discrepancia existente entre el azimut del programa HULC y el azimut del programa Calener GT.

Las sombras se introducen dando un punto inicial respecto al centro (0,0,0) y a partir de ese punto se crea su longitud, altura, elevación, orientación e inclinación. Es por eso que podemos pensar en la introducción de las sombras como un conjunto de vectores en un plano 2D en el que todos ellos han girado un mismo ángulo, y para recolocarlas en la orientación que necesitamos debemos conseguir las nuevas coordenadas X,Y y el nuevo azimut. Para eso se utiliza la fórmula de rotación finita de un sólido rígido.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & \text{sen}(\theta) & 0 \\ -\text{sen}(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

Ecuación 5. Matriz de rotación finita de un sólido rígido

Ángulo rotación	75	RAD
		1.308996939

	EXPORTADO							CORREGIDO						
	Altura	Anchura	X	Y	Z	Azimuth	Inclinación	Altura	Anchura	X	Y	Z	Azimuth	Inclinación
Sombra 001	7	45.55	-30	19.42	0	180	90	7	45.55	-26.52	-23.95	0	105	90
Sombra 002	7	7	15.62	19.41	0	160	90	7	7	-14.71	20.11	0	85	90
Sombra 003	7	15	22.14	21.87	0	90	90	7	15	-15.39	27.05	0	15	90
Sombra 004	7	29	0	-17.63	0	0	90	7	29	17.03	-4.56	0	-75	90
Sombra 005	16	7	0	-17.63	0	180	90	16	7	17.03	-4.56	0	105	90
Sombra 006	7	12	7	-17.63	0	180	90	7	12	18.84	2.20	0	105	90
Sombra 007	4	30	19	-17.63	0	180	90	4	30	21.95	13.79	0	105	90
Sombra 008	10	18.85	32.35	9	0	270	90	10	18.85	-0.32	33.58	0	195	90
Sombra 009	10	10	32.35	-9.85	0	180	90	10	10	17.89	28.70	0	105	90
Sombra 010	10	10	32.35	9	0	180	90	10	10	-0.32	33.58	0	105	90
Sombra 011	7	15	-30.07	19.42	0	90	90	7	15	-26.54	-24.02	0	15	90
Sombra 012	7	15	-29	-17.63	0	270	90	7	15	9.52	-32.57	0	195	90
Sombra 013	7	15	32.35	19.42	0	90	90	7	15	-10.39	36.27	0	15	90
Sombra 014	7	15	32.35	19.42	0	180	90	7	15	-10.39	36.27	0	105	90
Sombra 015	7	17.9	-43.5	9	0	270	90	7	17.9	-19.95	-39.69	0	195	90
Sombra 016	7	15	-36	-17.63	0	270	90	7	15	7.71	-39.34	0	195	90
Sombra 017	7	18	-36	-17.63	0	0	90	7	18	7.71	-39.34	0	-75	90
Sombra 018	10	20	-35.6	19.42	0	0	90	10	20	-27.97	-29.36	0	-75	90
Sombra 019	10	15	-35.6	19.42	0	90	90	10	15	-27.97	-29.36	0	15	90
Sombra 020	7	12	-43.5	9	0	0	90	7	12	-19.95	-39.69	0	-75	90
Sombra 021	7	12	-43.5	-8.9	0	0	90	7	12	-2.66	-44.32	0	-75	90
Sombra 024	5.8823	22.3	-20.5	-10.2	3.09	90	112.733	5.8823	22.3	4.55	-22.44	3.09	15	112.733
Sombra 025	5.8823	22.3	-16	-10.2	3.09	90	67.266	5.8823	22.3	5.71	-18.09	3.09	15	67.266
Sombra 026	5.8823	17.6	7.7	-8.8	3.09	90	112.733	5.8823	17.6	10.49	5.16	3.09	15	112.733
Sombra 027	5.8823	17.6	12.2	-8.8	3.09	90	67.266	5.8823	17.6	11.66	9.51	3.09	15	67.266

3. CÁLCULO CUMPLIMIENTO HE4 DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ACS

CÁLCULO ENERGÉTICO BOMBA DE CALOR PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS EN CENTRO CÍVICO CULTURAL CABAÑAL

Nombre del proyecto: CENTRO CÍVICO CULTURAL CABAÑAL

Ubicación: Valencia

Zona climática:	IV
Necesidad l/día a 60°C (acum):	1170
Necesidad l/día a 45°C (uso):	1746.92
Temp. Media del agua:	14.58

JUSTIFICACIÓN DEL SPF SEGÚN NORMA EN 16147

Según información proporcionada por el fabricante, el $SCOP_{ACS}$ de la bomba de calor utilizada ha sido calculado mediante el procedimiento detallado en el proyecto de norma europea PNE-prEN 16147. También, según dicha norma, el rendimiento estacional $SCOP_{ACS}$ es igual al rendimiento nominal COP_{ACS} , cuando está determinado en las condiciones del ensayo que se especifican en la citada norma. Esto nos permite concluir que el COP en las condiciones indicadas es igual al SCOP, lo que es también igual al SPF.

$$SPF = SCOP_{ACS} = COP = 4 > 2.5$$

Como nuestro SPF > 2,5 podemos determinar que nuestra bomba de calor es renovable

Al final del documento se deja adjunta la ficha del producto proporcionada por el fabricante del cumplimiento de las especificaciones descritas calculadas según la norma correspondiente.

CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA, ENERGÍA PRIMARIA Y EMISIONES DE CO₂ (CALDERA + SOLAR)

Temperatura de acumulación (°C):	55		
Temperatura de utilización (°C):	45		
Energía demandada por la viv.	20050.03	kWh/año	Energía primaria no renovable
% Energía cubierta por solar	50.00%		11929.7 kWh/año
Energía cubierta por solar	10025.01	kWh/año	consumida por la caldera
% Energía cubierta por caldera	50.00%		7 kWh/año
Energía cubierta por caldera	10025.01	kWh/año	Energía primaria consumida por la bomba de recirculación
			0 kWh/año

4. PRODUCCIÓN MENSUAL DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

SolaX Power

Division of Suntellite Group

Baltasar de España 1-D
08970 Sant Joan Despí

Tel.+34-934808466



Project information

Project Name:	Autoconsumo	Ambient temperature:	
Project number:	19.115	Record Low Temperature:	-10 °C
Location:	Spain/Valencia	Average High Temperature:	25 °C
Grid voltage:	Three phase~230/400 V	Record High Temperature:	40 °C

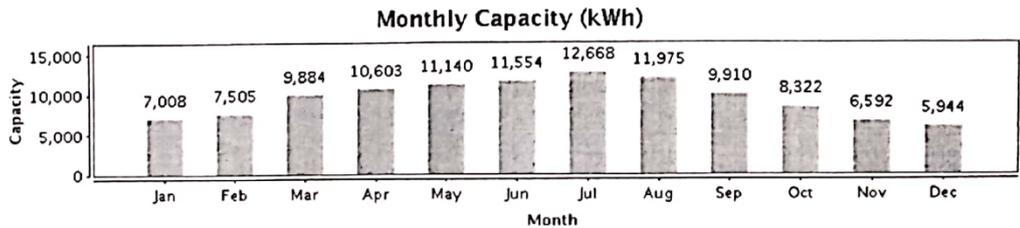
System overview

228 x Atersa A-315P (PV array-1)
Azimuth:0°, Inclination:30°, PV peak power:6.3 kWp



Technical data

Total number of PV modules:	228	PV peak power:	71.82 kWp
Number of inverters:	6	Nominal AC power:	60.0 kW
Annual energy yield (approx.):	113103.89 kWh	Line losses:	—



Signature: _____

*Important. The yield values displayed are estimates. They are determined mathematically. SolaX Power accepts no responsibility for the real yield value which can deviate from the yield values displayed here. Reasons for deviations are various outside conditions, such as soiling of the PV Modules or fluctuations in the efficiency of the PV modules.

Imagen 68. Producción mensual de energía fotovoltaica. UTE Centro Cívico Cultural Cabañal

5. RESULTADOS HULC DE VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Centro Civico Cultural Cabanyal		
Dirección	C/ Sant Pere 39 - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46011
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9624815YJ2792D0001QP 9624807YJ2792F0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSÉ MARÍA BENLLOCH CABALLERO	NIF/NIE	48406963J
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	- - - - -		
Municipio	PATERNA	Código Postal	46980
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="39.57"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="15.00"/>	<input type="text" value="No cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="26.75"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="19.68"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="94.13"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="66.71"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="92.65"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="66.38"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="C"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="No cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="800.18"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="698.05"/> kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

C_{ep} Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
 $C_{ep,B-C}$ Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$ mientras que en territorio extrapeninsular es $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$.

**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica 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 24/08/2019

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	770.07
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
CubNOp	Cubierta	362.50	0.35	Usuario
CubSOp	Cubierta	645.38	0.36	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	85.36	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	53.70	0.51	Usuario
Medpatios	Fachada	3.48	1.86	Usuario
Medpatios	Fachada	2.26	1.86	Usuario
Solera1	Fachada	0.42	0.43	Usuario
Solera1	Suelo	770.07	0.43	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
Luz1	Hueco	287.98	2.46	0.50	Usuario	Usuario
Pent	Hueco	7.50	2.00	0.47	Usuario	Usuario
Pkit	Hueco	2.50	3.18	0.09	Usuario	Usuario
V2a	Hueco	36.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V2a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V3a	Hueco	9.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V4a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V5a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V6a	Hueco	3.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V7a	Hueco	4.75	2.00	0.47	Usuario	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
V7a	Hueco	4.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	2.87	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	2.87	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	30.25	2.00	0.47	Usuario	Usuario
H_pacios	Hueco	89.40	1.84	0.52	Usuario	Usuario
H_pacios	Hueco	89.40	1.84	0.52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Generador ACS 1	Eléctrica	3.00	67.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Generador ACS 2	Eléctrica	3.00	67.00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UD_Compacta_1				
Tipo	Aut. caudal constante				
Zona asociada	Z 1 VESTIBULO Z2 DESP 1 2				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
22.00	20.00	2.80	20.00		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	No			

Nombre	UD_Compacta_2				
Tipo	Aut. caudal constante				
Zona asociada	Z9 C OESTE Z10 C ESTE Z4 AULAS				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
25.00	22.50	2.70	22.50		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	No			

Nombre	UD_Compacta_3				
Tipo	Aut. caudal constante				
Zona asociada	Z3 GYM Z5 DESP 3 4				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
16.80	15.50	2.90	15.50		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	No			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UD_Compacta_4		
Tipo	Aut. caudal constante		
Zona asociada	Z7 VESTU Z8 ASEOS Z6 MULT		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)
16.80	15.50	2.90	15.50
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	No	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	7.50	1.80	416.67
P01_E02	7.50	1.50	500.00
P01_E03	7.50	1.60	468.75
P01_E04	7.50	1.00	750.00
P01_E05	7.50	1.60	468.75
P01_E06	7.50	1.20	625.00
P01_E07	7.50	3.00	250.00
P01_E08	7.50	4.00	187.50
P01_E09	7.50	2.30	326.09
P01_E10	7.50	2.30	326.09

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	140.42	noresidencial-12h-alta
P01_E02	20.72	noresidencial-12h-alta
P01_E03	99.60	noresidencial-12h-alta
P01_E04	184.80	noresidencial-12h-alta
P01_E05	19.92	noresidencial-12h-alta
P01_E06	131.37	noresidencial-12h-alta
P01_E07	52.36	noresidencial-12h-alta
P01_E08	47.41	noresidencial-12h-alta
P01_E09	36.73	noresidencial-12h-alta
P01_E10	36.74	noresidencial-12h-alta

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Centro Civico Cultural Cabanyal		
Dirección	C/ Sant Pere 39 - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46011
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9624815YJ2792D0001QP 9624807YJ2792F0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSÉ MARÍA BENLLOCH CABALLERO	NIF/NIE	48406963J
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	- - - - -		
Municipio	PATERNA	Código Postal	46980
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;"><429.57 A</p> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;">429.57-698 B</p> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;">698.05-1073. C</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">1073.92-1396. D</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">1396.09-1718.2 E</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">1718.27-2147.83 F</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">=>2147.83 G</p> </div> <div style="width: 5%; font-size: 2em;">}</div> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">800.18 C</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;"><99.65 A</p> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;">99.65-161. B</p> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px;">161.93-249. C</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">249.13-323.8 D</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">323.87-398.61 E</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">398.61-498.26 F</p> <p style="background-color: #fcf8e3; padding: 2px;">=>498.26 G</p> </div> <div style="width: 5%; font-size: 2em;">}</div> <div style="width: 45%;"> <p style="background-color: #d9ead3; padding: 2px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">135.55 B</p> </div> </div>

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

Fecha 24/08/2019

Firma del técnico certificador:

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

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	770.07
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
CubNOp	Cubierta	362.50	0.35	Usuario
CubSOp	Cubierta	645.38	0.36	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	85.36	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.51	Usuario
Fachada1	Fachada	53.70	0.51	Usuario
Medpatios	Fachada	3.48	1.86	Usuario
Medpatios	Fachada	2.26	1.86	Usuario
Solera1	Fachada	0.42	0.43	Usuario
Solera1	Suelo	770.07	0.43	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
Luz1	Hueco	287.98	2.46	0.50	Usuario	Usuario
Pent	Hueco	7.50	2.00	0.47	Usuario	Usuario
Pkit	Hueco	2.50	3.18	0.09	Usuario	Usuario
V2a	Hueco	36.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V2a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V3a	Hueco	9.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V4a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V5a	Hueco	9.00	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V6a	Hueco	3.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V7a	Hueco	4.75	2.00	0.47	Usuario	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
V7a	Hueco	4.75	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	2.87	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	2.87	2.00	0.47	Usuario	Usuario
V8f	Hueco	30.25	2.00	0.47	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.84	0.52	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.84	0.52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	1746.48
--	---------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Generador ACS 1	Eléctrica	3.00	67.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Generador ACS 2	Eléctrica	3.00	67.00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UD_Compacta_1		
Tipo	Aut. caudal constante		
Zona asociada	Z 1 VESTIBULO Z2_DESP_1_2		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
22.00	20.00	38	38
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	No	

Nombre	UD_Compacta_2		
Tipo	Aut. caudal constante		
Zona asociada	Z9_C_OESTE Z10_C_ESTES Z4_AULAS		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
25.00	22.50	38	38
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	No	

Nombre	UD_Compacta_3		
Tipo	Aut. caudal constante		
Zona asociada	Z3_GYM Z5_DESP_3_4		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
16.80	15.50	38	38
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	No	

Nombre	UD_Compacta_4		
Tipo	Aut. caudal constante		
Zona asociada	Z7_VESTU Z8_ASEOS Z6_MULT		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
16.80	15.50	38	38
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	No	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m²)	VEEI (W/m²100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	7.50	1.80	416.67
P01_E02	7.50	1.50	500.00
P01_E03	7.50	1.60	468.75
P01_E04	7.50	1.00	750.00
P01_E05	7.50	1.60	468.75
P01_E06	7.50	1.20	625.00
P01_E07	7.50	3.00	250.00
P01_E08	7.50	4.00	187.50
P01_E09	7.50	2.30	326.09
P01_E10	7.50	2.30	326.09

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m²)	Perfil de uso
P01_E01	140.42	noresidencial-12h-alta
P01_E02	20.72	noresidencial-12h-alta
P01_E03	99.60	noresidencial-12h-alta
P01_E04	184.80	noresidencial-12h-alta
P01_E05	19.92	noresidencial-12h-alta
P01_E06	131.37	noresidencial-12h-alta
P01_E07	52.36	noresidencial-12h-alta
P01_E08	47.41	noresidencial-12h-alta
P01_E09	36.73	noresidencial-12h-alta
P01_E10	36.74	noresidencial-12h-alta

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	135.55 B		CALEFACCIÓN	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	B	ACS	
	20.93		<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	
			15.60	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	B	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	
	84.63		14.39	

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
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	135.37	104243.48
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	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			
	800.18 C		CALEFACCIÓN	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	C	ACS	
	123.54		<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	
			92.10	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	C	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	
	499.60		84.95	

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
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. 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

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><429.57 A</div> <div style="background-color: #20a99e; color: white; padding: 2px; text-align: center;">429.57-698 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">698.05-1073. C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1073.92-1396. D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1396.09-1718.2 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1718.27-2147.83 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>2147.83 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><99.65 A</div> <div style="background-color: #20a99e; color: white; padding: 2px; text-align: center;">99.65-161. B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">161.93-249. C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">249.13-323.8 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">323.87-398.61 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">398.61-498.26 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>498.26 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><6.66 A</div> <div style="background-color: #20a99e; color: white; padding: 2px; text-align: center;">6.66-10.82 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">10.82-16.65 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">16.65-21.64 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">21.64-26.63 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">26.63-33.29 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>33.29 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><27.22 A</div> <div style="background-color: #20a99e; color: white; padding: 2px; text-align: center;">27.22-44.2 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">44.24-68.06 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">68.06-88.48 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">88.48-108.90 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">108.90-136.12 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>136.12 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)					[Hatched area]					

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 MEDIDA DE MEJORA
Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

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	05/02/19
--	----------

Documentacion de proyecto de ejecucion

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Centro Civico Cultural Cabanyal		
Dirección	C/ Sant Pere 39 - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46011
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9624815YJ2792D0001QP 9624807YJ2792F0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSÉ MARÍA BENLLOCH CABALLERO	NIF/NIE	48406963J
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	- - - - -		
Municipio	PATERNA	Código Postal	46980
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="46.96"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25.00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="17.45"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="34.04"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="26.64"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="48.61"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="36.10"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="68.06"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="A"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="-212.62"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="1795.40"/> kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

C_{ep} Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
 $C_{ep,B-C}$ Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$ mientras que en territorio extrapeninsular es $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$.

**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica 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 27/08/2019

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	770.07
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
CubNOp	Cubierta	362.50	0.22	Usuario
CubSOp	Cubierta	645.38	0.22	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	85.36	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	53.70	0.21	Usuario
Medpatios	Fachada	3.48	1.10	Usuario
Medpatios	Fachada	2.26	1.10	Usuario
Solera1	Fachada	0.42	0.62	Usuario
Solera1	Suelo	770.07	0.62	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
Luz1	Hueco	287.98	1.16	0.29	Usuario	Usuario
Pent	Hueco	7.50	1.38	0.22	Usuario	Usuario
Pkit	Hueco	2.50	3.18	0.09	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.25	0.43	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.25	0.43	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	2.87	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	2.87	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	30.25	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_oeste	Hueco	36.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_oeste	Hueco	4.75	1.25	0.32	Usuario	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
H_oeste	Hueco	4.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_este	Hueco	36.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_este	Hueco	3.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
BDC_GEO_1	Bomba de calor 2T	40.00	83.00	ElectricidadPenínsula	Usuario
BDC_GEO_2	Bomba de calor 2T	40.00	83.00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
BDC_ACS_1	Eléctrica	1.60	315.00	ElectricidadPenínsula	Usuario
BDC_ACS_2	Eléctrica	1.60	315.00	ElectricidadPenínsula	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA 1				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Z 1 VESTIBULO Z2 DESP 1 2				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
22.00	20.00	0	20.00		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	Si			

Nombre	UTA 2				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Z9 C OESTE Z10 C ESTE Z4 AULAS				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
25.00	22.50	0	22.50		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	Si			

Nombre	UTA 3				
Tipo	Todo aire caudal variable				
Zona asociada	Z3 GYM Z5 DESP 3 4				
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)		
16.80	15.50	0	15.50		
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control		
No	No	Si			

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA 4		
Tipo	Todo aire caudal variable		
Zona asociada	Z7 VESTU Z8 ASEOS Z6 MULT		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento calor (%)	Rendimiento frío (%)
16.80	15.50	0	15.50
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	Si	

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	7.50	1.80	416.67
P01_E02	7.50	1.50	500.00
P01_E03	7.50	1.60	468.75
P01_E04	7.50	1.00	750.00
P01_E05	7.50	1.60	468.75
P01_E06	7.50	1.20	625.00
P01_E07	4.50	3.00	150.00
P01_E08	1.50	4.00	37.50
P01_E09	1.50	2.30	65.22
P01_E10	1.50	2.30	65.22

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	140.42	noresidencial-12h-alta
P01_E02	20.72	noresidencial-12h-alta
P01_E03	99.60	noresidencial-12h-alta
P01_E04	184.80	noresidencial-12h-alta
P01_E05	19.92	noresidencial-12h-alta
P01_E06	131.37	noresidencial-12h-alta
P01_E07	52.36	noresidencial-12h-media
P01_E08	47.41	noresidencial-12h-baja
P01_E09	36.73	noresidencial-12h-baja
P01_E10	36.74	noresidencial-12h-baja

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Centro Civico Cultural Cabanyal		
Dirección	C/ Sant Pere 39 - - - - -		
Municipio	Valencia	Código Postal	46011
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	9624815YJ2792D0001QP 9624807YJ2792F0001WT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSÉ MARÍA BENLLOCH CABALLERO	NIF/NIE	48406963J
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	-----		
Municipio	PATERNA	Código Postal	46980
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
<1104.86 A	-212.62 A	<277.38 A	-36.02 A
1104.86-17 B		277.38-45 B	
1795.40-276 C		450.74-693. C	
2762.15-3590. D		693.44-901.4 D	
3590.80-4419.4 E		901.47-1109.51 E	
4419.44-5524.30 F		1109.51-1386.88 F	
=>5524.30 G		=>1386.88 G	

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

Fecha 27/08/2019

Firma del técnico certificador:

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

Registro del Organo Territorial Competente:

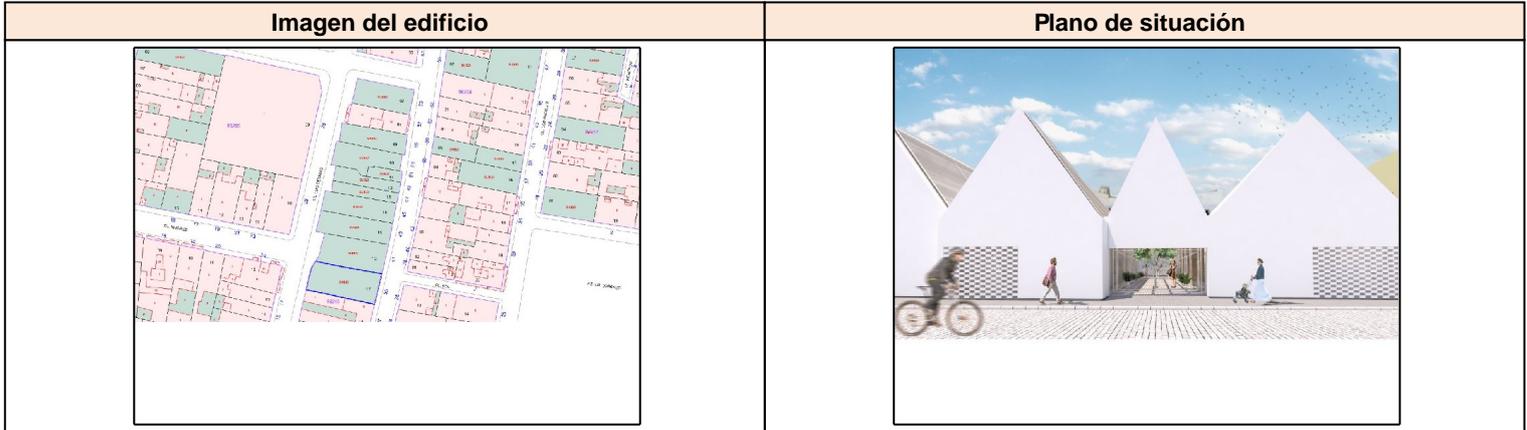
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	770.07
---	--------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
CubNOp	Cubierta	362.50	0.22	Usuario
CubSOp	Cubierta	645.38	0.22	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	85.36	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	144.05	0.21	Usuario
Fachada1	Fachada	53.70	0.21	Usuario
Medpatios	Fachada	3.48	1.10	Usuario
Medpatios	Fachada	2.26	1.10	Usuario
Solera1	Fachada	0.42	0.62	Usuario
Solera1	Suelo	770.07	0.62	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
Luz1	Hueco	287.98	1.16	0.29	Usuario	Usuario
Pent	Hueco	7.50	1.38	0.22	Usuario	Usuario
Pkit	Hueco	2.50	3.18	0.09	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.25	0.43	Usuario	Usuario
H_patios	Hueco	89.40	1.25	0.43	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	2.87	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	2.87	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_Barr_1	Hueco	30.25	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_oeste	Hueco	36.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_oeste	Hueco	4.75	1.25	0.32	Usuario	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
H_oeste	Hueco	4.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_este	Hueco	36.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario
H_este	Hueco	3.75	1.25	0.32	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
BDC_GEO_1	Bomba de calor 2T	40.00	83.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
BDC_GEO_2	Bomba de calor 2T	40.00	83.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		80.00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	523.94
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
BDC_ACS_1	Eléctrica	1.60	315.00	ElectricidadPeninsular	Usuario
BDC_ACS_2	Eléctrica	1.60	315.00	ElectricidadPeninsular	Usuario

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración

Nombre	UTA 1		
Tipo	Todo aire caudal variable		
Zona asociada	Z 1 VESTIBULO Z2_DESP_1_2		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
22.00	20.00	83	83
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	Si	

Nombre	UTA 2		
Tipo	Todo aire caudal variable		
Zona asociada	Z9_C_OESTE Z10_C_ESTES Z4_AULAS		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
25.00	22.50	83	83
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	Si	

Nombre	UTA 3		
Tipo	Todo aire caudal variable		
Zona asociada	Z3_GYM Z5_DESP_3_4		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
16.80	15.50	83	83
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	Si	

Nombre	UTA 4		
Tipo	Todo aire caudal variable		
Zona asociada	Z7_VESTU Z8_ASEOS Z6_MULT		
Potencia calor (kW)	Potencia frío (kW)	Rendimiento estacional calor (%)	Rendimiento estacional frío (%)
16.80	15.50	83	83
Enfriamiento evaporativo	Recuperación de energía	Enfriamiento gratuito	Control
No	No	Si	

Ventilación y bombeo

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía (kWh/año)
Bomba_BIT	Bomba	Calefaccion,Refrigeracion	14851.50
Bomba_GEO	Bomba	Calefaccion,Refrigeracion	2627.79
TOTALES			17479.29

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	7.50	1.80	416.67
P01_E02	7.50	1.50	500.00
P01_E03	7.50	1.60	468.75
P01_E04	7.50	1.00	750.00
P01_E05	7.50	1.60	468.75
P01_E06	7.50	1.20	625.00
P01_E07	4.50	3.00	150.00
P01_E08	1.50	4.00	37.50
P01_E09	1.50	2.30	65.22
P01_E10	1.50	2.30	65.22

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	140.42	noresidencial-12h-alta
P01_E02	20.72	noresidencial-12h-alta
P01_E03	99.60	noresidencial-12h-alta
P01_E04	184.80	noresidencial-12h-alta
P01_E05	19.92	noresidencial-12h-alta
P01_E06	131.37	noresidencial-12h-alta
P01_E07	52.36	noresidencial-12h-media

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E08	47.41	noresidencial-12h-baja
P01_E09	36.73	noresidencial-12h-baja
P01_E10	36.74	noresidencial-12h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0.00
TOTALES	0	0	0	0.00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	83793.70
TOTALES	83793.7

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
	-36.02 A	CALEFACCIÓN		ACS			
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>		A	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>		A	
	0.00			0.00			
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>		<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>		A	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>		A
		0.00			0.00		

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
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0.00	0.00
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	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					
	-212.62 A	CALEFACCIÓN		ACS			
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>		A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>		A	
	0.00			0.00			
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>		<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>		A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>		A
		0.00			0.00		

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			
	14.67 B		27.11 B		
	<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>		<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>		

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. 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

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><1104.86 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1104.86-17 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1795.40-276 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">2762.15-3590. D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">3590.80-4419.4 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">4419.44-5524.30 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>5524.30 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><277.38 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">277.38-45 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">450.74-693. C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">693.44-901.4 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">901.47-1109.51 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">1109.51-1386.88 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>1386.88 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><12.25 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">12.25-19.9 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.90-30.62 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">30.62-39.81 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">39.81-48.99 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">48.99-61.24 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>61.24 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><19.66 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.66-31.9 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">31.94-49.14 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">49.14-63.88 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">63.88-78.63 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">78.63-98.28 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>98.28 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

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 MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

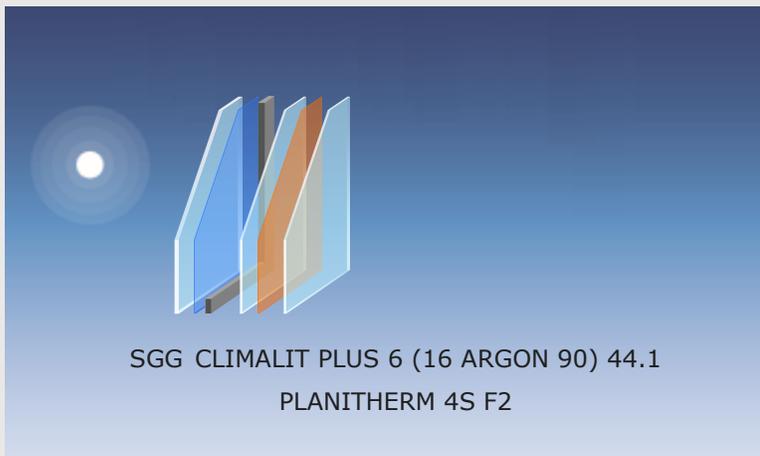
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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	05/02/19
--	----------

Documentacion de proyecto de ejecucion

6. FICHAS TÉCNICAS



Hoja 1	PLANICLEAR 6 mm
Capa 2	PLANITHERM 4S
	16 ARGON 90%
Hoja 2	PLANICLEAR 4 mm
PVB	PVB STANDARD 0.38 mm
Hoja 2'	PLANICLEAR 4mm

Nombre : Xema Benlloch Caballero

País : Spain

Comentarios:

	FACTOR LUMINOSO	EN410 (2011-04)
	Trans. Luminosa (TL)	64%
	Reflexión exterior (RLe)	27%
	Reflexión interior (RLi)	23%

	TRANS. TÉRMICA	EN673-2011
	Ug	1.0 W/(m ² .K)
	0° respecto de pos. vertical	

	DIMENSIONES DE FABRICACIÓN	
	Espesor nominal	30.38 mm
	Peso	35 kg/m ²

	TRANSMISION UV	EN410 (2011-04)
	TUV	2%

	SEG.DE USO	EN 12600
	Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	NPD/2B2

	FACTORES ENERGÉTICOS	EN410 (2011-04)
	Trans. energética (TE)	37%
	Refl. energ. exterior (Ree)	41%
	Refl. energ. interior (REi)	34%
	Absorción energ. A1(AE1)	17%
	Absorción energ. A2	5%
	Absorción energ. A3	

	FACTOR SOLAR	EN410 (2011-04)
	Factor Solar (g)	42%
	Coef. de Sombra (SC)	0.48

	INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR	
	Ra Trans. Luminosa	96
	Ra Reflexión exterior	96

	ANTI-AGRESIÓN	EN356
	Resistencia Anti-Agresión	NPD

Los valores ofrecidos por CalumenLive han sido calculados según lo establecido en las normas europeas EN 410-2011 y EN 673-2011, las normas internacionales ISO 9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107, la norma coreana KS L 2514/2525 y la norma NFRC-2010. Para las normas europeas, las tolerancias están definidas de acuerdo a lo establecido en la EN1096-4. El usuario debe imperativamente verificar la posibilidad real de combinar productos y de forma muy especial la combinación de capas, sustratos de diferente color y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local. Los valores ofrecidos son indicativos y no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones finales de. Por favor, utilice el programa certificado NFRC para obtener valores autenticados. Las normas de cálculo para EN410 (2011-04), EN673-2011, ISO 9050 (2003) m1.5 e ISO 9050 (1990) m1.0, así como las características técnicas ofrecidas por Calumen Live usan el motor de cálculo Calumen 1.2.4, y han sido validadas por el informe de calidad 11923R-11-33705 de TUV Rheinland. Los valores Sg se calculan de acuerdo la Norma Térmica Francesa 2012 (RT2012). Los índices acústicos son representaciones del comportamiento acústico ensayado en laboratorio sobre acristalamientos de dimensiones 1.23x1.48m (EN ISO 10140-3 y EN 12758). Las mediciones realizadas in situ pueden diferir en función de las dimensiones del acristalamiento, ambiente, calidad y correcta instalación de los marcos de la ventana, fuente de ruido, etc. La precisión de los índices acústicos aportados pueden variar en un rango de +/- 1dB (EN 12758). Todas las representaciones de acristalamientos son ilustrativas.





Hoja 1	PLANICLEAR 8 mm
Capa 2	COOL-LITE SKN 176
	16 ARGON 90%
Hoja 2	PLANICLEAR 6 mm
PVB	PVB STANDARD 0.38 mm
Hoja 2'	PLANICLEAR 6mm

Nombre : Xema Benloch Caballero

País : Spain

Comentarios:

	FACTOR LUMINOSO	EN410 (2011-04)
	Trans. Luminosa (TL)	68%
	Reflexión exterior (RLe)	13%
	Reflexión interior (RLi)	14%

	TRANS. TÉRMICA	EN673-2011
	Ug	1.0 W/(m ² .K)
	0° respecto de pos. vertical	

	DIMENSIONES DE FABRICACIÓN	
	Espesor nominal	36.38 mm
	Peso	50 kg/m ²

	TRANSMISION UV	EN410 (2011-04)
	TUV	1%

	SEG.DE USO	EN 12600
	Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	NPD/2B2

	FACTORES ENERGÉTICOS	EN410 (2011-04)
	Trans. energética (TE)	32%
	Refl. energ. exterior (Ree)	35%
	Refl. energ. interior (REi)	30%
	Absorción energ. A1(AE1)	30%
	Absorción energ. A2	4%
	Absorción energ. A3	

	FACTOR SOLAR	EN410 (2011-04)
	Factor Solar (g)	36%
	Coef. de Sombra (SC)	0.42

	INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR	
	Ra Trans. Luminosa	94
	Ra Reflexión exterior	83

	ANTI-AGRESIÓN	EN356
	Resistencia Anti-Agresión	NPD

Los valores ofrecidos por CalumenLive han sido calculados según lo establecido en las normas europeas EN 410-2011 y EN 673-2011, las normas internacionales ISO 9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107, la norma coreana KS L 2514/2525 y la norma NFRC-2010. Para las normas europeas, las tolerancias están definidas de acuerdo a lo establecido en la EN1096-4. El usuario debe imperativamente verificar la posibilidad real de combinar productos y de forma muy especial la combinación de capas, sustratos de diferente color y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local. Los valores ofrecidos son indicativos y no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones finales de. Por favor, utilice el programa certificado NFRC para obtener valores autenticados. Las normas de cálculo para EN410 (2011-04), EN673-2011, ISO 9050 (2003) m1.5 e ISO 9050 (1990) m1.0, así como las características técnicas ofrecidas por Calumen Live usan el motor de cálculo Calumen 1.2.4, y han sido validadas por el informe de calidad 11923R-11-33705 de TUV Rheinland. Los valores Sg se calculan de acuerdo la Norma Térmica Francesa 2012 (RT2012). Los índices acústicos son representaciones del comportamiento acústico ensayado en laboratorio sobre acristalamientos de dimensiones 1.23x1.48m (EN ISO 10140-3 y EN 12758). Las mediciones realizadas in situ pueden diferir en función de las dimensiones del acristalamiento, ambiente, calidad y correcta instalación de los marcos de la ventana, fuente de ruido, etc. La precisión de los índices acústicos aportados pueden variar en un rango de +/- 1dB (EN 12758).Todas las representaciones de acristalamientos son ilustrativas.





Hoja 1	PLANICLEAR 6 mm
Capa 2	COOL-LITE SKN 154
	16 ARGON 90%
Hoja 2	PLANICLEAR 4 mm
PVB	PVB STANDARD 0.38 mm
Hoja 2'	PLANICLEAR 4mm

Nombre : Xema Benlloch Caballero

País : Spain

Comentarios:

	FACTOR LUMINOSO	EN410 (2011-04)
	Trans. Luminosa (TL)	51%
	Reflexión exterior (RLe)	19%
	Reflexión interior (RLi)	21%

	TRANS. TÉRMICA	EN673-2011
	Ug	1.0 W/(m ² .K)
	0° respecto de pos. vertical	

	DIMENSIONES DE FABRICACIÓN	
	Espesor nominal	30.38 mm
	Peso	35 kg/m ²

	TRANSMISION UV	EN410 (2011-04)
	TUV	1%

	SEG.DE USO	EN 12600
	Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	NPD/2B2

	FACTORES ENERGÉTICOS	EN410 (2011-04)
	Trans. energética (TE)	24%
	Refl. energ. exterior (Ree)	37%
	Refl. energ. interior (REi)	36%
	Absorción energ. A1(AE1)	36%
	Absorción energ. A2	2%
	Absorción energ. A3	

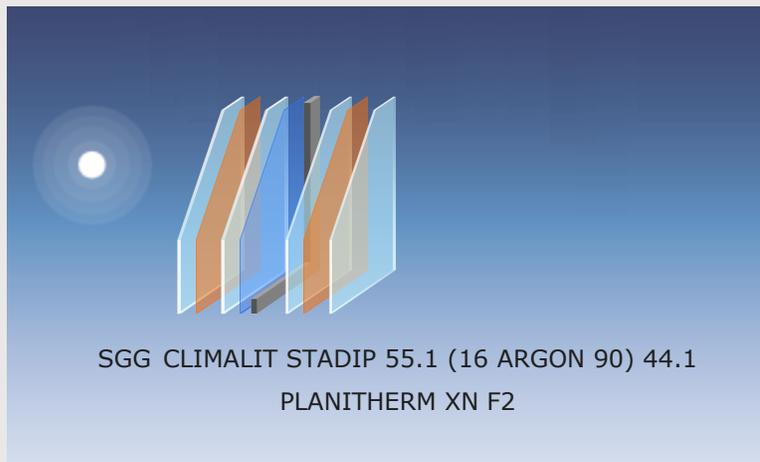
	FACTOR SOLAR	EN410 (2011-04)
	Factor Solar (g)	28%
	Coef. de Sombra (SC)	0.32

	INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR	
	Ra Trans. Luminosa	89
	Ra Reflexión exterior	87

	ANTI-AGRESIÓN	EN356
	Resistencia Anti-Agresión	NPD

Los valores ofrecidos por CalumenLive han sido calculados según lo establecido en las normas europeas EN 410-2011 y EN 673-2011, las normas internacionales ISO 9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107, la norma coreana KS L 2514/2525 y la norma NFRC-2010. Para las normas europeas, las tolerancias están definidas de acuerdo a lo establecido en la EN1096-4. El usuario debe imperativamente verificar la posibilidad real de combinar productos y de forma muy especial la combinación de capas, sustratos de diferente color y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local. Los valores ofrecidos son indicativos y no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones finales de. Por favor, utilice el programa certificado NFRC para obtener valores autenticados. Las normas de cálculo para EN410 (2011-04), EN673-2011, ISO 9050 (2003) m1.5 e ISO 9050 (1990) m1.0, así como las características técnicas ofrecidas por Calumen Live usan el motor de cálculo Calumen 1.2.4, y han sido validadas por el informe de calidad 11923R-11-33705 de TUV Rheinland. Los valores Sg se calculan de acuerdo la Norma Térmica Francesa 2012 (RT2012). Los índices acústicos son representaciones del comportamiento acústico ensayado en laboratorio sobre acristalamientos de dimensiones 1.23x1.48m (EN ISO 10140-3 y EN 12758). Las mediciones realizadas in situ pueden diferir en función de las dimensiones del acristalamiento, ambiente, calidad y correcta instalación de los marcos de la ventana, fuente de ruido, etc. La precisión de los índices acústicos aportados pueden variar en un rango de +/- 1dB (EN 12758). Todas las representaciones de acristalamientos son ilustrativas.





Hoja 1	PLANICLEAR 5 mm
PVB	PVB STANDARD 0.38 mm
Hoja 1'	PLANICLEAR 5 mm
Capa 2	PLANITHERM XN
	16 ARGON 90%
Hoja 2	PLANICLEAR 4 mm
PVB	PVB STANDARD 0.38 mm
Hoja 2'	PLANICLEAR 4mm

Nombre : Xema Benlloch Caballero

País : Spain

Comentarios:

	FACTOR LUMINOSO	EN410 (2011-04)
	Trans. Luminosa (TL)	79%
	Reflexión exterior (REe)	11%
	Reflexión interior (REi)	11%

	TRANS. TÉRMICA	EN673-2011
	Ug	1.1 W/(m ² .K)
	0° respecto de pos. vertical	

	DIMENSIONES DE FABRICACIÓN	
	Espesor nominal	34.76 mm
	Peso	45 kg/m ²

	TRANSMISION UV	EN410 (2011-04)
	TUV	1%

	SEG.DE USO	EN 12600
	Resistencia a Impacto de Cuerpo Pendular	2B2/2B2

	FACTORES ENERGÉTICOS	EN410 (2011-04)
	Trans. energética (TE)	51%
	Refl. energ. exterior (Ree)	20%
	Refl. energ. interior (REi)	21%
	Absorción energ. A1(AE1)	24%
	Absorción energ. A2	5%
	Absorción energ. A3	

	FACTOR SOLAR	EN410 (2011-04)
	Factor Solar (g)	56%
	Coef. de Sombra (SC)	0.65

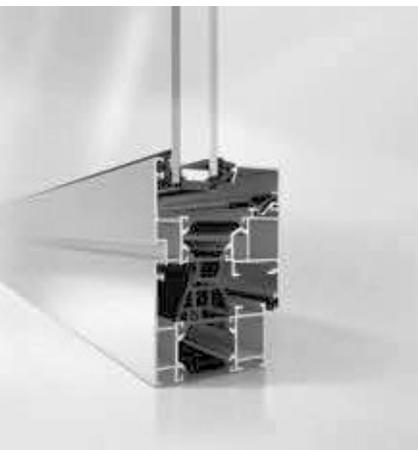
	INDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR	
	Ra Trans. Luminosa	96
	Ra Reflexión exterior	94

	ANTI-AGRESIÓN	EN356
	Resistencia Anti-Agresión	NPD

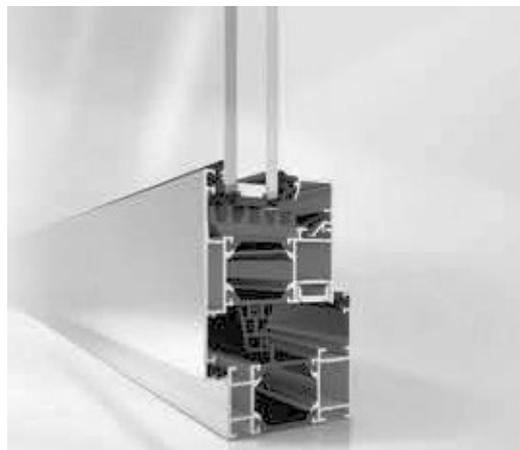
Los valores ofrecidos por CalumenLive han sido calculados según lo establecido en las normas europeas EN 410-2011 y EN 673-2011, las normas internacionales ISO 9050, la norma japonesa JIS R 3106/3107, la norma coreana KS L 2514/2525 y la norma NFRC-2010. Para las normas europeas, las tolerancias están definidas de acuerdo a lo establecido en la EN1096-4. El usuario debe imperativamente verificar la posibilidad real de combinar productos y de forma muy especial la combinación de capas, sustratos de diferente color y espesores, así como la disponibilidad comercial de la combinación realizada. Es responsabilidad del usuario verificar que la combinación de vidrios realizada es apta para la aplicación y el uso previsto y cumple con las exigencias reglamentarias que le sean exigibles a nivel nacional, autonómico o local. Los valores ofrecidos son indicativos y no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones finales de. Por favor, utilice el programa certificado NFRC para obtener valores autenticados. Las normas de cálculo para EN410 (2011-04), EN673-2011, ISO 9050 (2003) m1.5 e ISO 9050 (1990) m1.0, así como las características técnicas ofrecidas por Calumen Live usan el motor de cálculo Calumen 1.2.4, y han sido validadas por el informe de calidad 11923R-11-33705 de TUV Rheinland. Los valores Sg se calculan de acuerdo la Norma Térmica Francesa 2012 (RT2012). Los índices acústicos son representaciones del comportamiento acústico ensayado en laboratorio sobre acristalamientos de dimensiones 1.23x1.48m (EN ISO 10140-3 y EN 12758). Las mediciones realizadas in situ pueden diferir en función de las dimensiones del acristalamiento, ambiente, calidad y correcta instalación de los marcos de la ventana, fuente de ruido, etc. La precisión de los índices acústicos aportados pueden variar en un rango de +/- 1dB (EN 12758). Todas la representaciones de acristalamientos son ilustrativas.



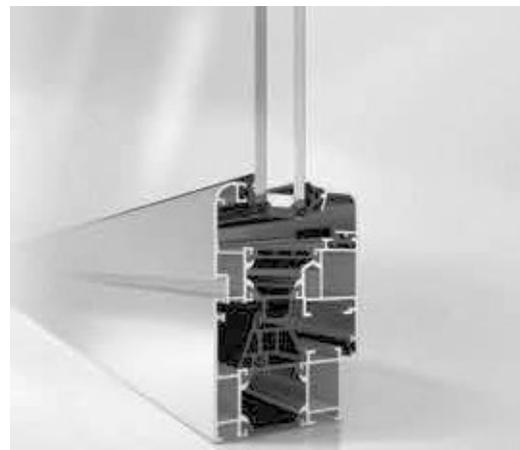
Schüco AWS 65



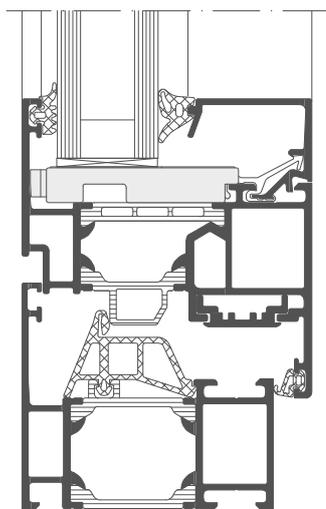
Ventana Schüco AWS 65
Schüco Window AWS 65



Ventana Schüco AWS 65, apertura exterior
Schüco Window AWS 65, outward-opening



Ventana Schüco AWS 65 SL
Schüco Window AWS 65 SL



AWS 65, Escala 1:2
AWS 65, scale 1:2

Serie básica con grandes posibilidades para cualquier configuración

El sistema para ventanas de aluminio Schüco AWS 65 se caracteriza por su gran versatilidad, pues sirve como sistema estándar ideal para diferentes aplicaciones de ventanas. Hasta cinco líneas de diseño a elegir, para crear diferencias visuales atractivas tanto en obra nueva como en renovación. Su amplia gama de perfiles esbeltos, con un alto grado de transparencia, así como su total compatibilidad con la gama de puertas Schüco ADS permite aplicar diseños sofisticados. Los sistemas ocultos de Schüco proporcionan una apariencia más elegante de la ventana sin ver la hoja. Esta atractiva variante de diseño en el que el marco exterior cubre el marco de la hoja de la ventana por completo, consigue unas superficies de vidrio grandes y transparente gracias a un marco extremadamente esbelto. Con excelentes valores de aislamiento acústico y protección antirrobo de hasta RC3 (WK3), la ventana Schüco no solo es un sistema fiable, sino también una opción versátil. En términos de confort, el herraje oculto Schüco AvanTec y el accionamiento electromecánico TipTronic proporcionan, bajo petición, un manejo más sencillo. También hay una amplia gama de atractivas manetas, con un acabado perfecto para cualquier línea de diseño.

The basic series with a comprehensive range for imaginative designs

The Schüco AWS 65 aluminium window system is an ideal standard system for a variety of window applications due to its broad range. Up to five design lines are available for creating attractive visual accents in both newbuild and modernisation projects. A wide range of profiles for narrow face widths and a high degree of transparency, as well as complete compatibility with the Schüco ADS door range allow sophisticated designs to be implemented effectively.

Schüco block systems create a particularly elegant window design without visible window vents. This attractive design option, where the outer frame completely covers the vent frame of the window, creates large transparent glazed areas due to its extremely narrow frame. With excellent sound insulation values and burglar resistance to RC3 (WK3), the Schüco window is both a reliable and versatile partner. In terms of convenience, the concealed Schüco AvanTec fittings and the Schüco TipTronic mechatronic drive can provide contemporary ease of operation on request. In addition, there is a wide range of elegant handles to give the perfect finish to every design line.

Schüco AWS 65	Schüco AWS 65 BS	Schüco AWS 65 WF
Ventajas del producto Product benefits		

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de ventanas de aluminio estándar para las exigencias internacionales ▪ En el aislamiento del galce se pueden conseguir valores desde 1,9 W/(m²K) para 117 mm ▪ Amplia gama de perfiles que incluye los sistemas de diseño ventanas Schüco AWS 65 RL, ventanas Schüco AWS 65 SL y ventanas Schüco AWS 65 MC (Contorno múltiple) ▪ Disponible como sistema para ventanas con apertura exterior, con junta central y diferentes soluciones de herrajes ▪ Standard aluminium window system for international requirements ▪ With glazing rebate insulation, values from 1.9 W/(m²K) at 117 mm can be achieved ▪ Wide selection of profiles including the Schüco AWS 65 RL window, Schüco AWS 65 SL window and Schüco AWS 65 MC (Multi Contour) window design systems ▪ Available as an outward-opening window system with centre gasket and a variety of fittings solutions 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema de ventanas oculto, con el marco de hoja oculto, está especialmente indicado para la integración en los sistemas de fachadas Schüco ▪ Cara vista muy estrecha, desde 67 mm, al no ser visibles los perfiles de la hoja ▪ Gran cantidad de perfiles, con montantes de hasta 44 mm de cara vista, cercos de inserción de hasta 51 mm, hoja inversora y parteluces ▪ The block window system with concealed vent frames can be integrated seamlessly into Schüco façade systems ▪ Very narrow face widths from 67 mm due to the concealed vent profile ▪ Comprehensive profile range with mullion profile face widths of up to 44 mm, insert outer frames of up to 51 mm, double vents and vent sash bars 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventanas de fachada con apariencia de montantes y travesaños ▪ Ancho de vista exterior de 50 mm ▪ Window façade with mullion/transom appearance ▪ Outside basic depth of 50 mm
--	--	---

Ventajas en el procesamiento Fabrication benefits		
--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compatible con la plataforma de puertas Schüco ADS/ADS HD ▪ Compatible with the Schüco ADS/ADS HD door range 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se puede utilizar como „ventana flotante“ ▪ Can be used as a "floating window" 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplia libertad de configuración con tapetas de la serie para fachadas Schüco FW 50+ ▪ Comprehensive design options with cover cap versions from the Schüco FW 50+ façade system
---	---	---

Datos técnicos	Technical data		
----------------	----------------	--	--

	AWS 65	AWS 65 BS	65 WF
Valor-U, en W/(m²K) desde U _i values in W/(m²K) from	1,9	2,0	2,6
Profundidad de construcción en mm Basic depth in mm	65	65	65
Se puede instalar de Schüco TipTronic Schüco TipTronic can be used	■	■	■
Insonorización/Norma DIN EN 20140 hasta Valor-R _w en dB Sound reduction/standard DIN EN 20140 up to R _w value in dB	47	44	44
Antirrobo/Norma DIN EN 1627 (Clase) Burglar resistance/standard DIN EN 1627 (Class)	RC3 (WK3)	RC3 (WK3)	WK1
Estanqueidad al agua/Norma DIN EN 12208 (Clase) Watertightness/standard DIN EN 12208 (Class)	9a	9a	9a
Permeabilidad DIN 12207 (Clase) Air permeability, DIN 12207 (Class)	4	4	4
Resistencia al viento DIN 12210 (Clase) Wind load resistance, DIN 12210 (Class)	C5/B5	C5/B5	C5/B5

Declaración de Prestaciones

DoP No. 001/FW50 +SG/2018-04-27

- ID código del tipo de producto: muro cortina
Sistema: Schüco FW50+SG
- ID no.: 180205/FW50+SG/001
- Uso previsto: Edificios uso comercial y privado
- Fabricante: FERRANDO GARIJO, S.A.
C/ Morse 9 28906 Getafe (Madrid) España
- Representante autorizado: No es relevante
- Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones: ISO 9001:2008
- Norma armonizada: EN 13830:2003-09
- Organismo notificado: IFT ROSENHEIM GmbH nº: 0757

9. Características esenciales:

Características esenciales	Prestaciones	Especificación técnica armonizada
9.1 Reacción al fuego	-npd	4.9; EN 13830:2003-09
9.2 Resistencia al fuego	-npd	4.8; EN 13830:2003-09
9.3 Propagación de fuego	-npd	4.10; EN 13830:2003-09
9.4 Estanqueidad al agua	RE ₁₂₀₀	4.5; EN 13830:2003-09
9.5 Resistencia a peso propio	Calculado hasta 0,63 kN/m ²	4.2; EN 13830:2003-09
9.6 Resistencia a carga de viento	Calculado hasta 1,503 kN/m ²	4.1; EN 13830:2003-09
9.7 Resistencia al impacto	I5/E5	4.3; EN 13830:2003-09
9.8 Resistencia a cambios de temperatura	-npd	4.15; EN 13830:2003-09
9.9 Resistencia a cargas horizontales	-npd	4.17; EN 13830:2003-09
9.10 Permeabilidad al aire	AE	4.4; EN 13830:2003-09
9.11 Transmitancia térmica	1,6 W/m ² K	4.7; EN 13830:2003-09
9.12 Aislamiento a ruido ambiental	Según información aportada para vidrios	4.6; EN 13830:2003-09

10. Las prestaciones del producto identificado en los puntos 1 y 2 se corresponden con las prestaciones declaradas en el punto 9.
Esta declaración de prestaciones esta utilizada bajo la entera responsabilidad del fabricante identificado en el punto 4.
Firmado por y en nombre del fabricante por:

FER. GA. S.A.
Pol. Ind. San Marcos
C/ Morse 9
28906 GETAFE (Madrid)

Enrique Ferrando Sánchez, Gerente

placa de poliestireno expandido con grafito para el aislamiento del sistema webertherm etics

- Buena resistencia térmica
- Excelente prestación térmica
- Fácil y rápida colocación



Aplicaciones	Panel aislante térmico de poliestireno expandido con añadido de grafito para los sistemas webertherm etics , ceramic y flex con un coeficiente de conductividad térmica (λ) de 0,032 W(m.K)
Características de empleo	<ul style="list-style-type: none"> • Ver colocación de placas sistema webertherm etics o ficha técnica de webertherm base. • Estas placas deben estar protegidas de las condiciones atmosféricas en el almacenaje en el lugar de su instalación. • El color del artículo hace que con insolación directa varíe sus dimensiones (expansión) provocando problemas en su instalación. Por este motivo se recomienda encarecidamente revestirlos lo antes posible.

Modo de empleo



1

Amasar **webertherm base** con 5,5 - 6,5 litros de agua limpia por saco, con un batidor eléctrico. Aplicar un cordón de **webertherm base** de 4 - 8 cm de ancho y de 2 - 4 cm de espesor en el perímetro de la placa y 3 pegotes en el centro de la misma, y proceder a su colocación en el paramento. La superficie de adhesión una vez fijada la placa al soporte debe ser mínimo un 40%.



2

Una vez colocadas las placas, seco el adhesivo y ancladas mecánicamente con un mínimo de 6 espigas por cada m², regularizar las placas con una capa de 5 a 6 mm armada con **webertherm malla 160**.



3

Una vez seca la regularización, proceder al acabado mediante la aplicación de un revestimiento orgánico de la **gama webertene**, previa aplicación de la imprimación **weber CS plus**.

Características técnicas

Especificaciones técnicas del material aislante en base a la UNE EN 13163

Descripción	Norma de las mediciones	Valor (ud.)	Código designación
conductividad térmica	EN 12667 EN 12939	0.032 mK/W	λ32 (definida en el marcado CE)
longitud	EN 822	±0.6% ó 3 mm	L2
anchura	EN 822	±2	W2
espesor	EN 823	±1	T2
rectangularidad	EN 824	±2/1000	S2
planicidad	EN 825	5 mm	P4
condiciones de la superficie	-----	Superficie cortada con hilo en caliente, homogénea y sin piel	-----
Estabilidad dimensional en condiciones normales y constantes de laboratorio (23°C y 50% HR)	EN 1603	Los valores relativos a la longitud y anchura no deben ser superiores al ±0,2 %	DS(N)2
Resistencia a la difusión del vapor de agua	EN 12086	μ≤70	μ30-70
Densidad	-----	15-20 kg/m ³	15-20 kg/m ³
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E	E

Packaging y resistencia térmica

Placas canto recto de y espesor variable* (mm)

Descripción	Espesor (mm)	Resistencia térmica declarada (m ² ·K/W)
webertherm placa EPS Grafito 20	20	0.63
webertherm placa EPS Grafito 30	30	0.94
webertherm placa EPS Grafito 40	40	1.25
webertherm placa EPS Grafito 50	50	1.56
webertherm placa EPS Grafito 60	60	1.88
webertherm placa EPS Grafito 70	70	2.19
webertherm placa EPS Grafito 80	80	2.50
webertherm placa EPS Grafito 90	90	2.81
webertherm placa EPS Grafito 100	100	3.13
webertherm placa EPS Grafito 110	110	3.44
webertherm placa EPS Grafito 120	120	3.75
webertherm placa EPS Grafito 130	130	4.06
webertherm placa EPS Grafito 140	140	4.38
webertherm placa EPS Grafito 150	150	4.69
webertherm placa EPS Grafito 160	160	5.00
webertherm placa EPS Grafito 170	170	5.31
webertherm placa EPS Grafito 180	180	5.63
webertherm placa EPS Grafito 190	190	5.94
webertherm placa EPS Grafito 200	200	6.25

(*) Para otros espesores consultar con nuestro Departamento Técnico

Notas Legales

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto y la verificación de la idoneidad del mismo para el fin propuesto.
- Saint-Gobain Weber** no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del producto en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.

ROCKCALM - E- 211

Panel de lana de roca semirrígido no revestido

Aplicación

Aislamiento térmico y acústico de cerramientos verticales, cerramientos horizontales sobre falso techo y bajo forjados en contacto con el exterior o espacios no habitables y en cubiertas inclinadas por el interior.



Características Técnicas

Propiedad	Descripción				Norma
Densidad nominal (kg/m ³)	40				EN 1602
Conductividad térmica W/(m*K)	0,035				EN 12667
Dimensiones (mm)	1350 x 600 / 1350 x 400				
Reacción al fuego /Euroclase	A1				EN 13501.1
Resistencia térmica (m ² K/W)	Espesor (mm)	Resistencia térmica (m ² K/W)	Espesor (mm)	Resistencia térmica (m ² K/W)	
	40	1.10	60	1.70	
	50	1.40	80	2.25	
Tolerancia de espesor (mm)	T3				EN 823
Estabilidad dimensional a una temperatura y humedad específicas	DS (70,90)				EN 1604
Resistividad al flujo de aire	AF10	(> 10 KPa · s/m ²)		EN 29053	
Resistencia al paso del vapor de agua	MU1	(μ = 1)		EN 12086	
Absorción de agua a corto plazo (kg/m ²)	WS	(< 1,0 kg/m ²)		EN 1609	

Ventajas

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Seguridad máxima en caso de incendio.
- Excelente mejora del aislamiento acústico y térmico de la solución.
- No hidrófilo ni higroscópico.
- Químicamente inerte.
- Declaración Ambiental de Producto
- Libre de CFC y HCFC, respetuoso con el medio ambiente.
- Certificado de emisión de los materiales de la construcción M1



ROCKWOOL Peninsular S.A.U.
 Ctra. Zaragoza, Km. 53,5 N121.
 31380 Caparrosa, Navarra, Spain
 T (+34)902 430 430
www.rockwool.es

Poliestireno extruido (XPS). Aislamiento térmico.

Cubierta plana invertida
Cubierta inclinada (teja anclada con rastrel)
Aislamiento para suelos



Características técnicas:

Propiedad	Valor	Unidad	Norma
Resistencia a la compresión mínima (10% deformación)	300	KPa	EN 826
Conductividad térmica a 10°C	0,033 (30-60 mm) 0,035 (70-100 mm) 0,036 (120 mm)	W/m·K	EN 12667 EN 12939
Absorción de agua	≤0,7	% volumen	EN 12087
Reacción al fuego	E	Euroclase	EN 13501-1
Temperatura límite de aplicación	-50/+75	°C	
Coefficiente térmico de expansión lineal	0,07	mm/m·K	
Capilaridad	0		
Dimensiones			
Espesor	30,40,50,60,70,80,90,100,120	mm	EN 823
Largo x ancho	1250x600	mm	EN 822
Acabado de la superficie	liso		
Escuadra	5	mm/m	EN 824
Tolerancia de espesor	+2/-2 (< 50 mm) +3/-2 (≥ 50 mm)	mm	EN 823
Tolerancia de ancho	+/- 8	mm	EN 822
Tolerancia de largo	+/- 10	mm	EN 822
Acabado lateral	 media madera		

Valores de resistencia térmica:

Espesor (mm)	Resistencia térmica (m ² .K/W)
30	0,90
40	1,20
50	1,50
60	1,80
70	2,00
80	2,25
90	2,55
100	2,85
120	3,35

Aviso importante:

Almacenar dentro del embalaje original para que quede protegido de los rayos UV.

Separar el embalaje original en el momento inmediatamente anterior a su aplicación.

Para aplicación en cubiertas, antes de la terminación de la jornada, el XPS debe ser cubierto con la protección pesada para protegerlo del calor, de los rayos UV y de los efectos del viento.

- Control de potencia térmica modulante en un amplio rango (25-100%) y control de caudal modulante en los circuitos de captación y producción (20-100%).
- Gestión integrada de hasta 5 temperaturas de impulsión diferentes, 2 acumuladores de inercia diferentes (1 calefacción y 1 refrigeración), 1 acumulador de ACS, 1 piscina y control horario de la recirculación de ACS por bomba de calor.
- Gestión integrada de equipos de apoyo externos auxiliares todo/nada o modulantes, por ejemplo resistencias eléctricas o calderas todo/nada o calderas modulantes.
- Gestión integrada de bloque de hasta 6 bombas de calor en paralelo.
- Gestión integrada de sistemas de emisión simultánea frío/calor según esquema.
- Gestión de Free Cooling / Refrescamiento Pasivo
- Todos los modelos disponibles Trifásicos.
- Productos compatibles con e-manager y e-system.
- Contadores de energía integrados para consumo eléctrico, producción térmica de calor/frío y rendimientos instantáneos y estacionales mensual y anual.



ESPECIFICACIONES ECOGEO HP 15-70		UDS.	HP1	HP3
APLICACIÓN	Lugar instalación	-	Interior	
	Tipo sistema captación ¹	-	Geotérmico / Aerotérmico / Híbrido	
	Calefacción, ACS con acumulador externo y piscina	-	✓	
	Refrigeración activa integrada	-	✓*	✓**
	Control Refrigeración pasiva externa	-	✓	
PRESTACIONES	Rango modulación compresor	%	25 a 100	
	Potencia calefacción ² , B0W35	kW	17,1 a 59,6	
	COP ² , B0W35	-	4,5	
	Potencia refrigeración activa ² , B35W7	kW	-	15,1 a 61,5
	EER ² , B35W7	-	-	4,5
	Temperatura ACS máxima sin apoyo	°C	60	
	Temperatura ACS máxima con apoyo	°C	70	
	Nivel emisión sonora ³	db	45 a 62	
	Etiqueta energética / ηs con control clima medio	-	A++ / 192%	
LÍMITES DE OPERACIÓN	Rango temperaturas calefacción / Consigna	°C	10 a 60 / 20 a 60	
	Rango temperaturas refrigeración / Consigna	°C	4 a 35 / 7 a 25	
	Rango temperaturas captación calefacción	°C	-20 a +35	
	Rango temperaturas disipación refrigeración	°C	10 a 60	
	Presión circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45	
	Presión circuito de producción	bar	0,5 a 3	
	Presión circuito de captación	bar	0,5 a 3	
FLUIDOS DE TRABAJO	Carga de refrigerante R410A	kg	4,7	5,5
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE / 3,6	
DATOS ELÉCTRICOS CONTROL	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz	-	✓	
	Protección externa máxima recomendada	A	C16A	
	Fusible circuito primario transformador	A	0,5A	
	Fusible circuito secundario transformador	A	2,5	
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz	-	✓	
	Protección externa máxima recomendada ⁴	A	C40A	
	Consumo máximo ² , B0W35	kW/A	14,3 / 23,2	
	Consumo máximo ² , B0W55	kW/A	20,4 / 32,3	
	Intensidad arranque	A	12,8	
	Corrección de coseno Ø	-	0,96-1	
DIMENSIONES Y PESO	Altura x ancho x profundidad	mm	1000x950x900	
	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kg	320	325

1. Con el uso del gestor de fuentes.
2. Conforme a EN 14511, incluyendo el consumo de bombas de circulación y driver del compresor.
3. Conforme a EN 12102, incluyendo el kit de aislamiento acústico del compresor.
4. El consumo máximo puede variar significativamente con las condiciones de trabajo, o si se limita el rango de operación del compresor. Consulte el manual de servicio técnico para información más detallada.

* Depende de esquema
** Inversión mediante válvula de 4 vías

Nota: no incluye circuladoras de primario ni secundario

BOMBA DE CALOR : ecoGEO 15-70

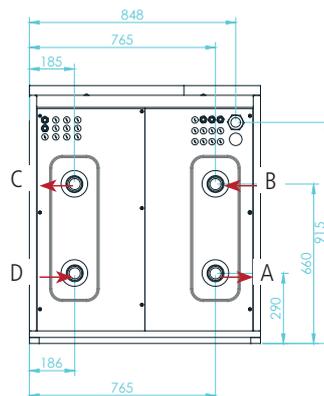
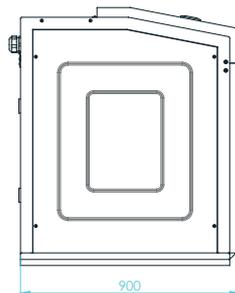
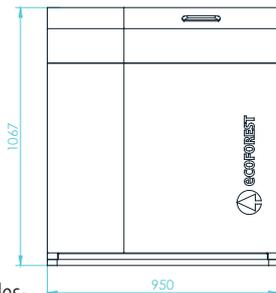
ecoGEO HP

35 / 55 °C



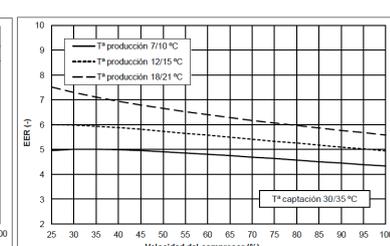
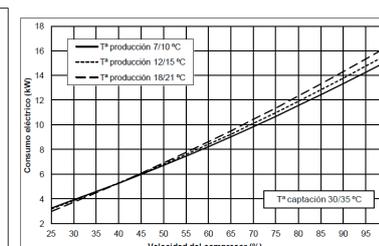
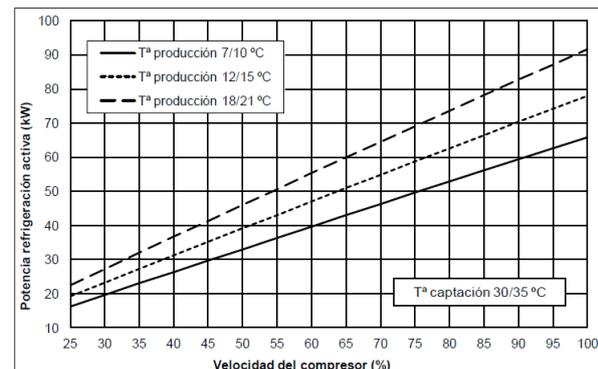
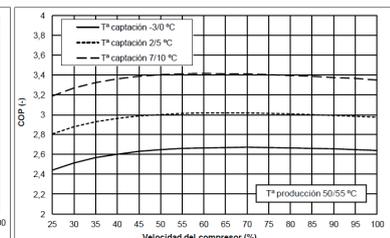
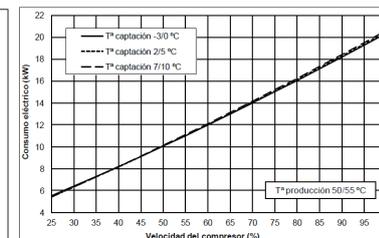
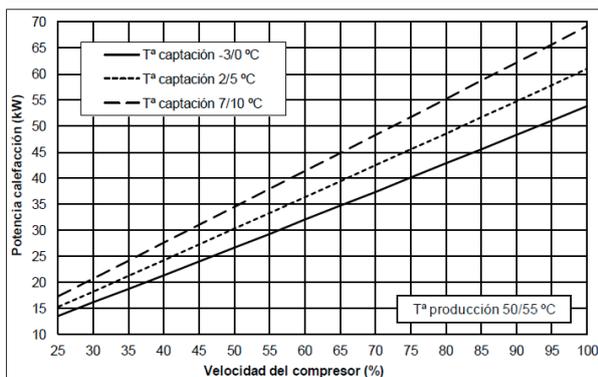
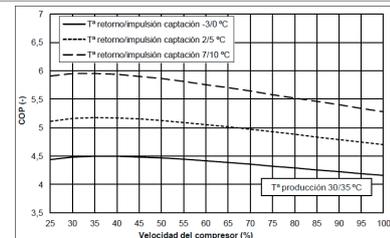
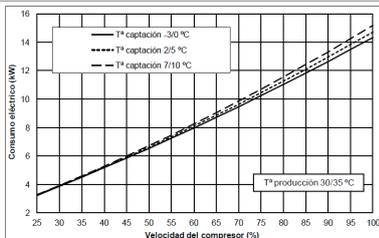
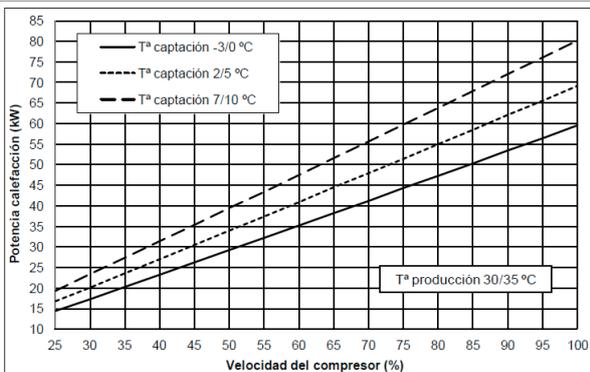
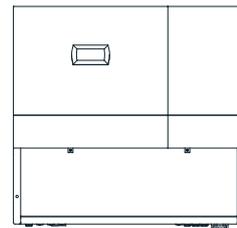
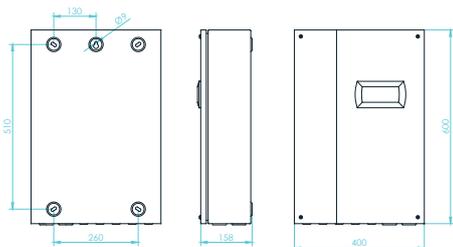
A++

ecoGEO 15-70



- SUPERVISOR-conexión de dos o más unidades-
- GESTOR DE FUENTES

A. Impulsión Primaria / 2" M
 B. Retorno Primario / 2" M
 C. Impulsión Secundario / 2" M
 D. Retorno Secundario / 2" M



Proyecto: Unit name: UTA 3- UE 3 GOLD RX 9.000m³/h - Design data

Fecha: 27/11/2017
9 / 1.0.20171124.1155317
Unit ID: AD-10000088858

GOLD F RX
Manufactured by Swegon, Kvånum, Sweden

Basic Data			
Modelo		030	
Densidad del aire		1,200	kg/m ³
Caudal de aire de impulsión		9.000	m ³ /h
Static pressure drop	Conducto del aire exterior	0	Pa
	Conducto de aire de impulsión	350	Pa
Caudal del aire de extracción		8.500	m ³ /h
Static pressure drop	Conducto del aire de extracción	350	Pa
	Conducto de extracción	0	Pa
Climate data		Valencia,	Spain
Design outdoor temperature, summer		36,2	°C
Design outdoor humidity, summer		30	%
Temp aire exterior selecc más baja		1,0	°C
Design outdoor humidity, winter		85	%
Temperatura aire de impulsión, verano		27,8	°C
Temperatura aire de impulsión, invierno		18,7	°C



Key Performance Data			
Potencia eléctrespecifica ventiladores, SFPv clean filters (filtros limpios)		2,33	kW/(m ³ /s)
Eficiencia temperatura aire impulsión		78,5	%
Eurovent Energy Efficiency Class		A	2016
ErP Commission Regulation (EU) No 1253/2014	Compliant		2016
ErP Commission Regulation (EU) No 1253/2014	Compliant		2018
Maximum ErP compliance airflow rate with end sections		10.200/8.350	2016/2018

Envolvente	
Construction	Frameless, double skinned panels with mineral wool insulation
Panels	56mm thick with 1mm thick steel sheet inside and out. Outer sheet with grey painted finish
Thermal insulation class	T2
Thermal bridging class	TB3
Casing leakage class	L1(M) / L2(R) according to EN 1886:2007 at -400 Pa and +400 Pa
Casing strength	D2
Insulating material	

Unit name: UTA 3- UE 3 GOLD RX 9.000m³/h - Design data

Fecha: 27/11/2017
9 / 1.0.20171124.1155317
Unit ID: AD-10000088858

Conexiones eléctricas	
GOLD F	3-phase, 5-wire, 400 V-10/+15%, 50 Hz, 20 A

Secciones funcionales vistas en la dirección del aire	Velocity m/s	Temp., invierno °C	Temp., verano °C	Efecto kW	Presión Pa	Noise Level dB(A)
Conducto del aire exterior					-0	75
Damper, duct mounted					-2	
Connection frame GOLD					-4	
Filter	1,96				-115	
Rotary heat exchanger	3,22	1,0/17,5	36,2/26,6		-247	
Fan				3,56	867	
End section					-14	
Silencer, duct mounted	4,17				-23	
Conducto de aire de impulsión					-350	
Conducto del aire de extracción					-350	70
End section					-9	
Filter	1,76				-79	
Rotary heat exchanger	3,04	22,0/4,6	24,0/34,1		-240	
Fan				2,92	726	
Connection frame GOLD					-4	
Damper, duct mounted					-1	
Conducto de extracción					-0	70

Potencia sonora conducto, medido acuerdo a la ISO 5136

Sección de silenciador incluido en conducto.

Potencia sonora en arranque, medido acuerdo a la ISO 3741

Banda de frecuencia	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	All	
En conducto de impulsión	78	70	67	63	56	58	64	67	dB	70 dB(A)
En conducto de salida	78	77	78	68	63	64	65	68	dB	75 dB(A)
En conducto de extracción	77	76	77	65	57	55	54	57	dB	70 dB(A)
En conducto de expulsión	82	77	79	81	78	77	75	75	dB	84 dB(A)
En los alrededores	75	67	60	64	49	48	45	48	dB	62 dB(A)

GOLD-Unit with control system

Componentes están ordenados según dirección aire

Cantidad	Aire impul.	
1	Damper, duct mounted, TBSA-4-140-060-1-1	
	Damper motor: With spring return	
	Damper blade: Uninsulated	
	Static pressure drop	2 Pa
1	Connection frame GOLD, outdoor air	
	Static pressure drop	4 Pa



La serie **AQ** es la solución para usuarios que solo necesitan de ACS para consumos máximos de 1000l/día (según modelo). Apto como sistema independiente y único para la cobertura del ACS que aprovecha el calor gratuito del aire ambiental. Calienta el agua hasta 55°C en modo ECO y alcanza los 70°C en modo BOOST.

Características principales:

Amplia gama disponible. Equipos desde 75 hasta 500 litros.

Depósito en acero inoxidable de alta calidad.

Ventilador de última generación y bajo impacto acústico.

Programador diario de funcionamiento.

Apoyo con soporte eléctrico para desinfección antilegionella.

Instalación mural y suelo.

Posibilidad de instalación con conductos de extracción de aire.

 Fabricado en la Unión Europea con componentes europeos



USO
ACS hasta 55°C.



COSTE MÍNIMO DE INSTALACIÓN
Sólo es necesario efectuar conexiones hidráulicas (y de aire en su caso). Fácil acceso a conexiones.



GRAN VOLUMEN ÚTIL DE ACS
Disponibles varias capacidades: desde 75 a 500 litros.



FIABILIDAD
Control avanzado, aislamiento de gran espesor, fabricado en acero inoxidable...

TU EQUIPO MÁS EFICIENTE



Agrega este kit termohídrico a tu equipo AQ para aumentar su potencia y su eficiencia gracias a la captación del calor gratuito del aire ambiental y de la radiación solar.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Modelos		AQ 75	AQ 110	AQ 130	AQ 180
Capacidad	L	75	110	130	180
Formato		Mural / Suelo	Mural / Suelo	Mural / Suelo	Suelo
Temperatura aire mín/máx	° C	0 a 42	0 a 42	0 a 42	0 a 42
Temperatura máxima modo bomba de calor	° C	55	55	55	55
Temperatura máxima con apoyo eléctrico	° C	70	70	70	70
Potencia térmica/potencia nominal (14°C-18°C)	W	1600-2000	1600-2000	1600-2000	1600-2000
Potencia consumida o nominal (14°C-18°C)	W	400-600	400-600	400-600	400-600
SCOPACS (14°C-18°C)		2-5	2-5	2-5	2-5
Potencia térmica sistema de apoyo	W	1500	1500	1500	1500
Potencia térmica máxima con apoyo eléctrico	W	3500	3500	3500	3500
Consumo máximo con apoyo eléctrico	W	2160	2160	2160	2160
Alimentación eléctrica	V/ph/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Dimensiones del equipo (AxBxC)*	mm	1000 x 450 x 495	1170 x 450 x 495	1405 x 450 x 495	1937 x 450 x 495

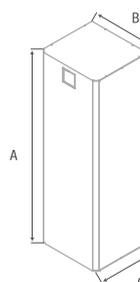
Modelos		AQ 200	AQ 250	AQ 300	AQ 500
Capacidad	L	200	250	300	500
Formato		Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Temperatura aire mín/máx	° C	0 a 42	0 a 42	0 a 42	0 a 42
Temperatura máxima modo bomba de calor	° C	55	55	55	55
Temperatura máxima con apoyo Eléctrico	° C	70	70	70	70
Potencia térmica/potencia nominal (14°C-18°C)	W	1600-2000	1600-2000	1600-2000	3200-4000
Potencia consumida o nominal (14°C-18°C)	W	400-600	400-600	400-600	800-1200
SCOPACS (14°C-18°C)		2-5	2-5	2-5	2-5
Potencia térmica sistema de apoyo	W	1500	1500	1500	3000
Potencia térmica máxima con apoyo eléctrico	W	3500	3500	3500	7000
Consumo máximo con apoyo eléctrico	W	2160	2160	2160	4280
Alimentación eléctrica	V/ph/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Dimensiones del equipo (AxBxC)*	mm	1452 x 601 x 550	1760 x 601 x 550	2023 x 601 x 550	2023 x 710 x 743

*Dimensiones (A=alto B=ancho C= profundo)

Opcional

Versión GH: **ACS a 60°**

Medidas



MEJORAS OPCIONALES

• Serpéntin caldera

Idóneo para su conexión con calderas. **Aprovecha la energía de retorno de la calefacción** para calentar el agua y permite al usuario desconectar su caldera en periodos donde no sea necesario la calefacción. Ahorro y eficiencia asegurados.

• Serpéntin solar

Permite la conexión con sistemas de colectores solares. Máxima eficiencia en presencia de radiación solar.

