

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INSTALACIONES TÉRMICAS Y
ELÉCTRICAS. EFICIENCIA ENERGÉTICA



"Análisis energético de un edificio de oficinas y de sus instalaciones en Cuenca, utilizando la herramienta Calener GT."

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Julio -2015

AUTOR: José Manuel González Hernández

DIRECTORES: Sergio Valero Verdú

Manuel Jesús Romero Rincón



INDICE DEL DOCUMENTO

1. Antecedentes e introducción.....	6
2. Objetivo del Trabajo Fin Máster.	8
3. Datos personales.....	9
4. Normativa aplicada.....	10
5. Documentos de consulta.....	11
6. Criterios y consideraciones.....	12
6.1. Criterios generales	12
6.1.1. Valores empleados durante la operación.....	12
6.1.2. Descripción general del edificio.....	12
6.1.3. Instalaciones de los servicios técnicos.....	13
6.1.3.1. Instalación de climatización	13
6.1.3.2. Instalación de Agua Caliente Sanitaria	16
6.1.3.3. Instalación Solar Fotovoltaica:	17
6.2. Justificación del cumplimiento del DB-HE0 del CTE DB-HE 2013.	18
6.2.1. Zona climática	18
6.2.2. Procedimiento de cálculo	18
6.2.3. Demandas de los servicios	19
6.2.4. Descripción de los equipos.....	19
6.2.5. Rendimientos considerados	21
6.2.6. Factores de conversión	22
6.2.7. Calificación energética.....	22
6.3. Justificación del cumplimiento del DB-HE1 del CTE DB-HE 2013.	23
6.3.1. Zona climática	23
6.3.2. Descripción del edificio.....	23
6.3.3. Funcionamiento del edificio.....	26
6.3.4.1. Método de cálculo.....	28
6.3.4.2. Modelo del edificio	29
6.3.4.3. Edificio de referencia	30
6.3.5. Verificación del cumplimiento de la exigencia	32
6.3.6. Características técnicas de los materiales	33
6.4. Comprobación para la limitación de las condensaciones.....	34

6.4.1.	Condensaciones intersticiales	34
6.4.1.1.	Comprobación de condensaciones en el suelo.....	35
6.4.1.2.	Comprobación de condensaciones en la cubierta plana.....	35
6.4.1.3.	Comprobación de condensaciones en la fachada	38
6.5.	Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS. 41	
6.6.	Justificación de la cobertura solar térmica considerada.	42
6.6.1.	Contribución solar.	42
6.6.1.1.	Contribución solar para la certificación energética.....	42
6.6.1.2.	Contribución solar para la proyección del edificio.	43
6.6.2.	Sistema de captación	44
6.6.2.1.	Características de los captadores	44
6.6.2.2.	Relación entre las distintas curvas de rendimiento del captador.	45
6.6.2.3.	Orientación-inclinación y sombras	47
6.6.2.4.	Sistema de acumulación e intercambio	48
6.6.2.5.	Pérdidas energéticas	49
6.6.3.	Dimensionamiento de la instalación	50
6.6.3.1.	Emplazamiento y zona climática.....	51
6.6.3.2.	Datos climáticos.....	51
6.6.3.3.	Demanda energética.....	52
6.6.3.4.	Previsión de consumo mensual y anual.....	52
6.6.3.5.	Principales características de la instalación solar.	53
6.6.3.6.	Previsión demanda energética mensual y anual.....	53
6.6.3.7.	Verificación del cumplimiento de las exigencias del HE 4	54
6.6.3.8.	Resultados de Modelo F-Chart	55
6.7.	Justificación de las características de las instalaciones de iluminación. 57	
6.8.	Justificación de la producción de energía eléctrica fotovoltaica.	60
6.8.1.	Características principales de la instalación.....	60
6.8.2.	Configuración de la instalación:	61
6.8.3.	Periodo de diseño.	61
6.8.4.	Estimación de las pérdidas energéticas.	61
6.8.5.	Orientación e inclinación óptimas.....	62
7.	Conclusión	67
7.1.	Análisis de los indicadores	67

7.2. Calificación energética	71
7.3. Conclusión final.	72

ANEXO I. “Certificación Energética de un edificio dedicado a oficinas en el término municipal de Cuenca”.

ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

ANEXO III. FICHAS CATASTRALES Y GEOMETRÍA



1. Antecedentes e introducción.

De acuerdo a lo considerado en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, el sector de la vivienda y de los servicios, compuesto en su mayoría por edificios, absorbe más del 40 % del consumo final de energía, considerando este ratio de consumo de energía elevado y con capacidad de mejora.

Existen diversos motivos por los cuales se pretende fomentar la eficiencia energética, como pueden ser económicos, derivados de la excesiva dependencia del petróleo y su impacto negativo sobre la balanza comercial con respecto al exterior de los estados miembros, o medioambientales, promovidos por la preocupación del uso racional de la energía y una reducción de emisión de gases contaminantes. Derivados de estas causas se establecieron los objetivos de esta Directiva 2002/91/CE encaminados hacia la optimización del consumo de la energía y la reducción de las energías no renovables.

En esta directiva 2002/91/CE se instaban a los estados miembros a tomar medidas sobre la inspección de las calderas y sistemas de aire acondicionado, recogidas en el territorio nacional en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, establecer un procedimiento para el Certificado energético, legislado mediante el Real Decreto 235/2013, tomar medidas necesarias para garantizar que los edificios nuevos y rehabilitados cumplan los requisitos mínimos de rendimiento energético, recogido en el Código Técnico de la Edificación.

Con posterioridad, en la Directiva 2010/31/CE del Parlamento Europeo se estableció el denominado como compromiso 20/20/20, mediante el cual, los estados miembros se comprometieron para el año 2020 a una reducción de las emisiones establecida en un 20%, un aumento de las energías renovables de un 20%, una reducción del consumo energético de un 20%, tomando como referencia para estos objetivos los niveles producidos en el año 1990.

En la Directiva 2010/31/CE aparece la definición de “edificio de consumo de energía casi nulo”, NZEB, siendo el cual, su cantidad de energía requerida

es casi nula o muy baja y cubierta en muy amplia medida por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno. En esta directiva se estableció como límite el 31 de diciembre de 2020, para que todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo y el 31 de diciembre de 2018 para que todos los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

Dentro del ámbito nacional, el marco legislativo de referencia viene establecido mediante los siguientes tres documentos. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, donde se establecen las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las persona. El Código Técnico de la Edificación, mediante Documento Básico HE, Ahorro de energía, el cual, tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Por último, el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril 2013, Certificación Energética de Edificios, cuya finalidad es la aprobación de un procedimiento básico para la promoción de la eficiencia energética que permita valorar y comparar sus prestaciones energéticas de distintos inmuebles.

2. Objetivo del Trabajo Fin Máster.

El fin de este proyecto es tomar medidas durante la fase de proyección de un edificio de uso administrativo en Cuenca, que permitan atender a las demandas de bienestar e higiene de las personas sin incidir en el consumo energético excesivo.

Para este fin destacan los siguientes tres objetivos parciales del proyecto.

La limitación del consumo energético de los servicios técnicos de calefacción, refrigeración, Agua Caliente Sanitaria e iluminación presentes en la edificación.

La limitación de la demanda energética, caracterizando a la envolvente térmica de inmueble, de manera que se reduzcan las pérdidas o ganancias de calor de los espacios. Además la caracterización de estos cerramientos de manera que conlleve la reducción del riesgo de humedades e infiltraciones.

El empleo de energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, en el propio inmueble para las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria y eléctricas, con el fin de reducir su consumo de energía no renovable.

Con el fin de analizar las medidas establecidas sobre el edificio, se ha realizado su modelización energética mediante la herramienta denominada Calener GT. Durante el análisis de este modelo, se han considerado las características de la edificación, como pueden ser, su zona climática, las instalaciones presentes en el edificio o su envolvente, considerando de esta última sus características higrotérmicas.

Finalmente, tras el análisis del edificio mediante la herramienta Calener GT e internamente mediante el motor de cálculo de DOE-2, y posterior a la toma de medidas de ahorro encaminadas en la reducción de la demanda o consumo energético, se estableció la calificación energética del inmueble proyectado, que mediante los indicadores de energía primaria y emisiones de dióxido de carbono por unidad de superficie y año permite la comparativa entre distintos inmuebles.

La meta que presenta el proyecto es minimizar el consumo energético y las emisiones de gases contaminantes durante el funcionamiento habitual de la actividad, proporcionando además ahorros económicos para el propietario derivados de la eficiencia energética del inmueble.

3. Datos personales.

A continuación, se presentan los datos personales del autor del presente Trabajo Fin de Máster:

Apellidos, Nombre: González Hernández, José Manuel

Titulación habilitante: Ingeniería Técnica Industrial,
especialización en Mecánica

Documento Nacional de Identidad: 74378484-A

Datos de contacto:

Correo electrónico: jose.gonzalez23@alu.umh.es

Teléfono: 679-22-20-17

Provincia: Alicante

Municipio: Elche

Dirección: Eugenio D'Ors N° 3, Escalera 2,
Planta 4, Puerta 3

4. Normativa aplicada.

Las principales referencias legislativas consultadas y tenidas en cuenta en el presente trabajo, son las relativas a instalaciones en edificios y su eficiencia energética:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, BOE 28-marzo-2006 y posteriormente modificado por las siguientes disposiciones:

Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre para la corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, BOE 23-octubre-2007.

Corrección de errores y erratas del Real Decreto 1371/2007, BOE 25-enero-2008.

Orden FOM /1635/2013 del 10 de septiembre por el que se actualiza el Documento Básico DB-HE, BOE 12-septiembre-2013.

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, BOE 29-agosto-2007 y sus posteriores modificaciones, siendo la última actualización vigente:

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, BOE 13-abril-2013, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- 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, BOE 13-abril- 2013.

5. Documentos de consulta.

Se ha considerado lo expuesto en los siguientes documentos, empleados como referencias de consulta para la elaboración del presente trabajo:

- Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones. Departamento de Energía Solar del IDAE.
- Instalaciones de energía solar térmica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura. Departamento de Energía Solar del IDAE.
- Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT.
- Manual de Usuario. HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER.
- Manuales Calener GT.
- Documentos de Apoyo al Documento Básico. DB-HE Ahorro de energía Código Técnico de la Edificación.
 - DA DB-HE/1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.
 - DA DB-HE/2. Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos.
 - DA DB-HE/3. Puentes térmicos.

6. Criterios y consideraciones.

6.1. Criterios generales

6.1.1. Valores empleados durante la operación

La caracterización del edificio se ha realizado conforme a los límites impuestos en el Documento Básico HE, Ahorro de Energía de 2013. Por otro lado, a efectos de definir el edificio de referencia requerido para la Certificación Energética, se ha considerado lo recogido en la nota informativa sobre Procedimiento Transitorio para la Certificación de Eficiencia Energética, donde se establece la siguiente aclaración:

“La certificación energética de edificios no se verá alterada el 13 de marzo de 2014, independientemente de los cambios que se hayan producido en los documentos HE del CTE 2013, y se seguirá operando con los valores que marca el DB-HE 2006 cuando así lo consideren los actuales documentos reconocidos relativos a los procedimientos para la certificación energética de edificios. Esta situación se extenderá durante el período de adecuación al nuevo DB-HE de los documentos reconocidos e informativos en el ámbito de la certificación energética de edificios.”

6.1.2. Descripción general del edificio

La edificación consta de una planta con la siguiente distribución: tres despachos, dos salas de trabajo, aseos y distribución, siendo la superficie total de 434 m² con una altura de 3,2 metros, medida de suelo a suelo.

El edificio presenta un horario de funcionamiento habitual de mañana de: 09:00 a 14:00 y de tarde: 16:00 a 19:00, durante los días laborales, es decir, de lunes a viernes. En fines de semana, sábados y domingo, no presenta actividad. El periodo de vacaciones corresponde al mes de Agosto.

La edificación se encuentra situada en Cuenca aproximadamente a 975 m.s.n.m., siendo su zona climática D2, es decir, su mayor severidad climática se produce en invierno, establecida en grado D en la escala de A a E, siendo E la zonificación para inviernos de mayor severidad. Por otro lado, la zona climática de verano es de 2, en una escala de 1 a 4.

6.1.3. Instalaciones de los servicios técnicos

6.1.3.1. Instalación de climatización

La instalación de climatización de la oficina está resulta con la instalación de una planta enfriadora para satisfacer la demanda de refrigeración y una caldera para satisfacer la demanda de calefacción, que emplea como combustible gas natural para la aportación de calor, dichos elementos responden a las siguientes designaciones comerciales:

Planta enfriadora: Eagle.A T.48 simple circuito.

Caldera: Vaillant turboMAX plus VM ES 282-5.

Las unidades generadoras se conectan hidráulicamente sobre un colector, desde donde el cual parten los circuitos secundarios de distribución del fluido calorportador hacia las distintas unidades terminales. Se han agrupado los circuitos de distribución según el uso de los espacios, resolviéndose las demandas mediante un circuito hidráulico de distribución dedicado al servicio de los despachos y otro paralelo dedicado al servicio de las salas de trabajo. Correspondiéndose esta descripción a los siguientes esquemas de principio:

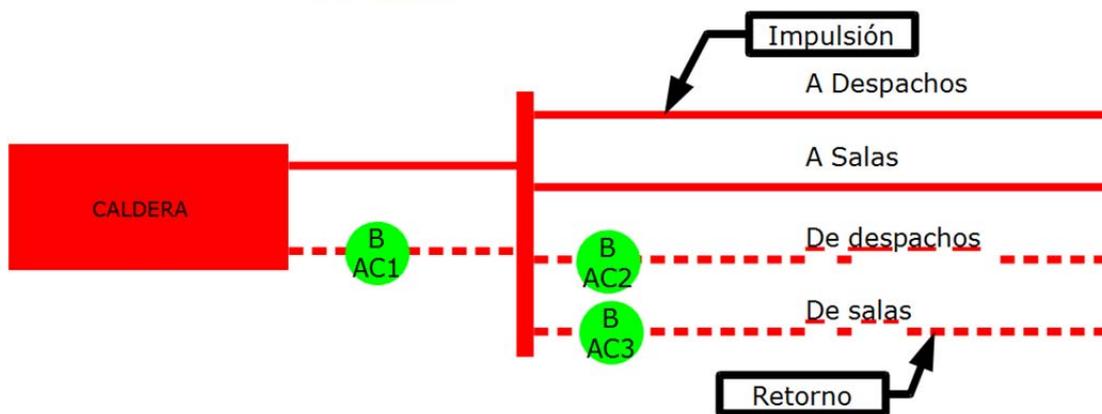


Figura 1. Esquema de principio para el circuito agua caliente, calefacción.

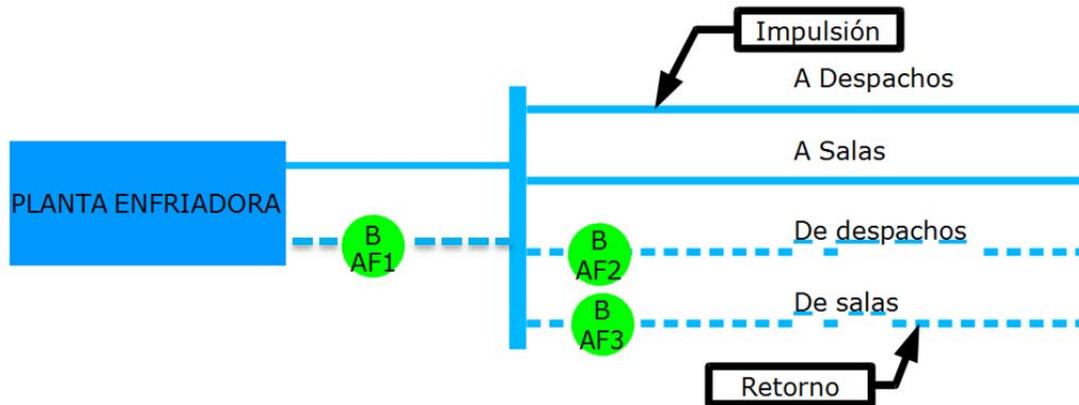


Figura 2. Esquema de principio para el circuito agua fría, refrigeración.

Las condiciones de funcionamiento de los circuitos corresponden a las siguientes:

Circuitos agua fría: impulsión 7°C, retorno 12°C

Circuitos agua caliente: impulsión 45°C, retorno 40°C

Para la distribución del fluido desde la generación hacia las distintas unidades terminales se emplean los siguientes equipos de bombeo:

AF 1.- Caudal 5.900 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

AF 2.- Zona de despachos. Caudal 2100 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

AF 3.- Salas. Caudal 3.800 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

AC 1.- Caudal 5.900 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

AC 2.- Zona de despachos. Caudal 2100 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

AC 3.- Salas. Caudal 3.800 L/h. Pérdida de carga.- 4 mCA

Dependiendo de las demandas requeridas en cada uno de los espacios se emplean las siguientes unidades terminales de tipo Fancoil:

Despachos (por despacho): Daikin FWD04

Sala pequeña: Daikin FWB10AT

Sala grande: Daikin FWD12

Tanto los aseos como pasillos se definen sus espacios como habitables no acondicionados por lo que no presentan Fancoils.

Mediante la herramienta Calener GT, se ha modelizado esta instalación empleando subsistemas primarios para la interpretación de los sistemas de generación la energía térmica, ya sea calorífica o de refrigeración. El circuito hidráulico de distribución se ha modelizado mediante circuitos secundarios conectados a su respectivo circuito primario. A cada uno de los circuitos se le han conectado sus equipos presentes, como pueden ser la caldera, la planta enfriadora y la bomba para el circuito primario o los fancoils y las bombas para el circuito secundario. Tras su definición, la herramienta presenta la siguiente interpretación de los circuitos, correspondiendo el circuito de color rojo al de agua caliente y circuito de color azul al de agua fría:

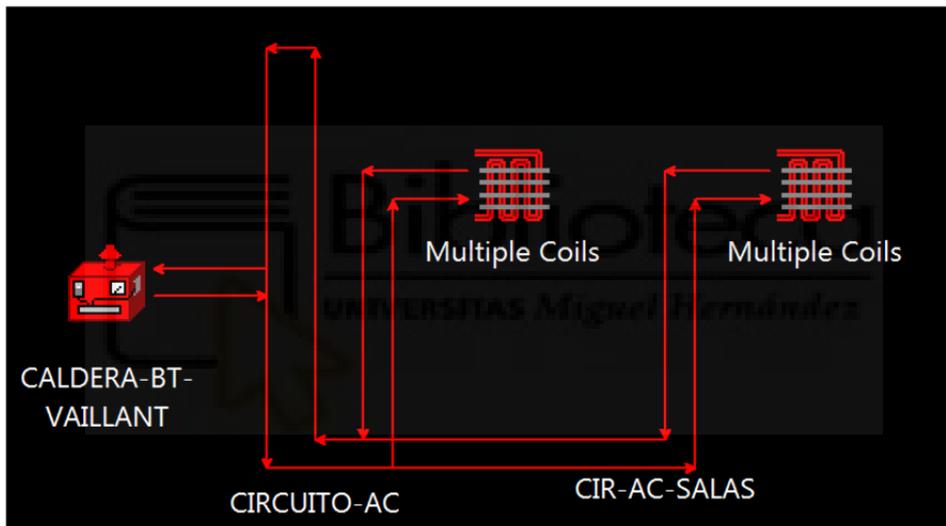


Figura 3. Interpretación del circuito de agua caliente en Calener GT

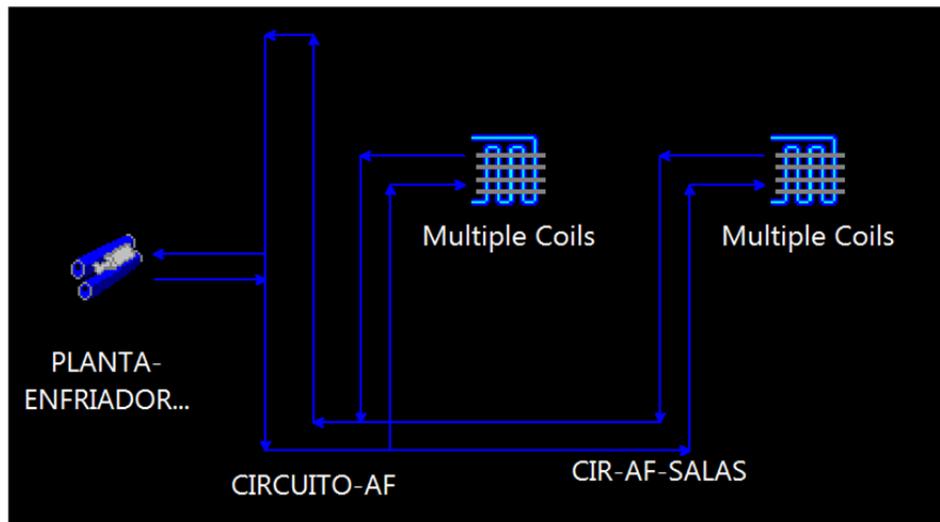


Figura 4. Interpretación del circuito de agua fría en Calener GT

6.1.3.2. Instalación de Agua Caliente Sanitaria

Para satisfacer la demanda de Agua Caliente Sanitaria de la oficina se dispondrá de un captador solar plano de tipo termosifón, este captador se dispone en orientación a sur.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar dispone con un sistema de energía auxiliar. Este sistema de energía auxiliar cuenta con potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de Agua Caliente Sanitaria, en ausencia de radiación solar. El sistema auxiliar de producción de Agua Caliente Sanitaria se realiza mediante el efecto Joule, energía eléctrica.

El sistema de captación está compuesto por 1 captador, marca Junkers, modelo captador FCB-2S y depósito modelo TS 150-1. El elemento de apoyo corresponde a un termoeléctrico, designación: Ariston Pro Eco 100V.

La determinación del caudal máximo de Agua Caliente Sanitaria se ha realizado conforme a lo descrito en el CTE-DB-HS 4: Suministro de agua, referente a caudales instantáneos.

Se ha simulado la instalación considerando el coeficiente de pérdidas del acumulador, UA, el volumen de acumulación, el salto térmico de diseño o el porcentaje de contribución solar entre otros parámetros. Finalmente se muestra el siguiente esquema de principio de la instalación, al ser su circuito primario de ACS se representa en color amarillo:

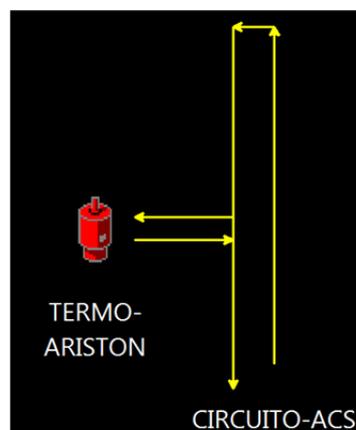


Figura 5. Interpretación del circuito de ACS en Calener GT

6.1.3.3. Instalación Solar Fotovoltaica:

Para la generación de electricidad en el propio edificio realizada mediante los cuatro módulos fotovoltaicos de 250 Wp que constituyen la instalación fotovoltaica, en la modelización empleada por la herramienta se ha considerado la producción anual de energía eléctrica:

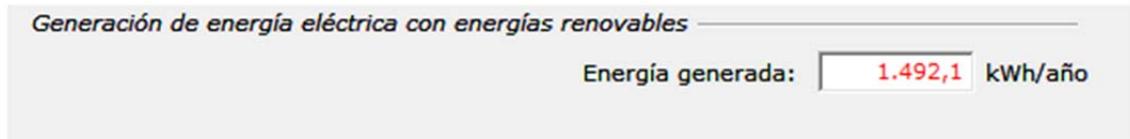


Figura 6. Entrada de datos de la producción eléctrica fotovoltaica.



6.2. Justificación del cumplimiento del DB-HE0 del CTE DB-HE 2013.

Esta sección del Documento Básico se caracteriza por limitar el consumo energético de los edificios en términos de energía primaria, teniendo en consideración la zona climática donde se emplaza y el uso previsto del edificio.

En el CTE DB-HE0 2013, concretamente en su apartado: “3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia” se establecen los contenidos mínimos para acreditar que un edificio cumple la exigencia básica de limitación del consumo energético en términos de energía primaria. De acuerdo a sus contenidos presentan los siguientes apartados:

6.2.1. Zona climática

El edificio se sitúa en término municipal de Cuenca, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1, le corresponde una zona climática D2, siendo su altitud aproximada de 975 m.s.n.m.

6.2.2. Procedimiento de cálculo

Para cálculo del consumo de energía final, la demanda energética de calefacción y la demanda energética de refrigeración del edificio se ha empleado la simulación anual de un modelo del edificio, realizado en la herramienta Calener GT que emplea el motor de cálculo de DOE-2.

La demanda energética de agua caliente sanitaria se ha establecido mediante lo descrito en el CTE-DB-HE 4. Para la determinación de esta demanda de energía térmica se ha considerado la temperatura media del agua de red y la temperatura de preparación del ACS.

Para la estimación de la demanda energética de iluminación se ha considerado la potencia instalada, la superficie iluminada y el horario de funcionamiento del edificio, considerando las limitaciones establecidas en el CTE-DB-HE3.

6.2.3. Demandas de los servicios

El edificio presenta los siguientes servicios técnicos con sus respectivas demandas energéticas:

Servicio	Demanda energética (kW·h/m ² ·año)
Calefacción	56,0
Refrigeración	63,9
ACS	1,56
Iluminación	11,05

Tabla 1. Demandas resultantes.

6.2.4. Descripción de los equipos

Con el fin de satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos, el inmueble dispone de los siguientes equipos instalados:

Para la producción de Agua Caliente Sanitaria se ha dispuesto de un captador solar plano de tipo termo-sifón.

Con fin de garantizar el abastecimiento de ACS con independencia de las condiciones climáticas como elemento de apoyo a la producción mediante energía solar térmica se ha dispuesto de un termo-eléctrico.

El sistema de captación está compuesto por 1 captador, marca Junkers, modelo captador FCB-2S y depósito modelo TS 150-1. El elemento de apoyo corresponde a un termo-eléctrico, designación: Ariston Pro Eco 100V. Las principales características de la instalación las siguientes.

Área captadores [m ²]:	1,94
Volumen de acumulación [L]:	150
P nominal apoyo (kW)	1,5
Volumen del apoyo [L]:	100

Tabla 2. Instalación de ACS.

La contribución solar de energía se establece en 66,53 %.

El sistema de calefacción emplea para la generación de calor una caldera marca Vaillant, designación Turbomax plus VM ES 282-5. La potencia nominal es de 28 kW.

El sistema de refrigeración emplea una planta enfriadora designación Eagle A de circuito simple y condensado por aire, modelo T-48, presenta una potencia frigorífica de 46,2 kW.

El sistema de iluminación emplea equipos cuya potencia instalada y VEEI es de acuerdo a lo establecido en el CTE-DB-HE-3. Para su diseño se ha considerado las recomendaciones respecto al nivel de iluminación que establece la UNE 12464, dependiendo de la actividad.

Espacio	VEEI	P(W/m ²)	Em (lux)	Superficie (m ²)	Pinstalada (W)
Sala de trabajo 1	1,5	7,5	500	96	720
Sala de trabajo 2	1,5	7,5	500	112	840
Distribución	1,5	1,5	100	78	117
Aseos	1,5	1,5	100	32	48
Despacho 1	1,5	7,5	500	36	270
Despacho 2	1,5	7,5	500	40	300
Despacho 3	1,5	7,5	500	40	300

Tabla 3. Descripción Instalación de iluminación.

Se cuenta con una instalación solar fotovoltaica instalada sobre la propia cubierta de la edificación con las siguientes características:

E_{total}	1492,1 kWh/año
Periodo de diseño	Anual
Orientación (α)	0 °
Inclinación (β)	39 °

PR _{DISEÑO}	0,757
P _{pico}	1000 Wp
Captadores	4
P _{mp}	250 Wp/captador

Tabla 4. Descripción Instalación de Fotovoltaica.

6.2.5. Rendimientos considerados

A continuación, se recogen los rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio.

Servicio	Fuente de energía	Rendimientos
Calefacción	Gas natural/Electricidad	91%
Refrigeración	Electricidad	EER = 2,82
ACS	Radiación Solar (Renovable)	CS = 66,53 % $n_{\text{captador}} = 0,734 - 3,995 \cdot T_e^*$
	Electricidad	Efecto joule 100%
Iluminación	Electricidad	VEEI = 1,5

Tabla 5. Rendimientos de las instalaciones del edificio.

6.2.6. Factores de conversión

Factores de conversión de energía final a energía primaria empleados para la asignación de la clase energética son los siguientes:

Vector energético	Coefficientes de conversión de energía final a energía primaria no renovable
Electricidad peninsular	2,603
Electricidad extrapeninsular	3,347
Gasóleo	1,081
Fuel-oil	1,081
GLP	1,081
Gas natural	1,011
Carbón	1,000
Biomasa densificada (pellets)	0,085
Biomasa (otro tipo)	0,034

Tabla 6. Coeficientes de paso entre energía final y energía primaria.

6.2.7. Calificación energética

- a) Debido al uso del edificio, dedica a unas oficinas, siendo distinto a residencial privado, la calificación energética respecto al indicador de energía primaria no renovable, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de acuerdo con el apartado 2.2.2 del citado CTE-DB-HE0.

Tras realizar la simulación del edificio de objeto y su comparativa con el edificio de referencia la calificación energética respecto a consumo de energía primaria se ha situado en la A, con un índice de 0,39; luego cumple con la exigencia legislativa.

6.3. Justificación del cumplimiento del DB-HE1 del CTE DB-HE 2013.

La exigencia recogida en esta sección del Documento Básico tiene la finalidad de limitar la demanda energética del edificio en función de la zona climática y del uso previsto.

Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de la demanda energética, se han considerado los contenidos mínimos establecidos en el apartado 3.2, de la sección HE1. De acuerdo a sus contenidos presentan los siguientes apartados:

6.3.1. Zona climática

Mediante el apéndice B de esta sección de referencia para el cumplimiento de esta exigencia se ha establecido la zona climática del municipio. El edificio se sitúa en término municipal de Cuenca, de acuerdo a esta zonificación establecida, le corresponde una zona climática D2, siendo su altitud aproximada de 975 m.s.n.m.

6.3.2. Descripción del edificio

Se trata de un edificio terciario, cuya actividad será administrativa. El edificio está constituido por una única planta, donde su distribución está compuesta por: tres despachos, dos salas de trabajo, aseos y distribución.

El edificio se encuentra aislado del núcleo urbano, quedando la envolvente exterior del edificio expuesta a los cuatro puntos cardinales. El acceso se ubica en la fachada situada en la orientación este del edificio.

En la fachada con orientación norte del edificio se encuentran los dos espacios dedicados a las salas de trabajo. Por otro lado, en la fachada con orientación sur ubican los tres despachos y los aseos que presenta el edificio. La zona central de la superficie del edificio se dedicada al espacio de distribución delimitando con las fachadas este y oeste. La geometría de la edificación puede consultarse en el plano adjunto.

La altura de la planta es de 3,2 metros entre el suelo de la planta y el suelo de la superficie superior.

La calificación de todos los espacios en su conjunto se establece como habitable, careciendo de espacios no habitables el edificio. A continuación, se señalan los espacios acondicionados y no acondicionados del edificio.

<i>Espacio</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Clasificación del espacio</i>	<i>Nº hueco</i>
<i>Sala de trabajo 1</i>	96	<i>Habitable - Acondicionado</i>	4
<i>Sala de trabajo 2</i>	112	<i>Habitable - Acondicionado</i>	3
<i>Distribución</i>	78	<i>Habitable – No acondicionado</i>	1
<i>Aseos</i>	32	<i>Habitable – No acondicionado</i>	2
<i>Despacho 1</i>	36	<i>Habitable - Acondicionado</i>	1
<i>Despacho 2</i>	40	<i>Habitable - Acondicionado</i>	2
<i>Despacho 3</i>	40	<i>Habitable - Acondicionado</i>	2

Tabla 7. Descripción de los espacios.

En el caso en cuestión, la envolvente térmica del edificio delimitará los espacios habitables del exterior, siendo sus cerramientos: la fachada, el suelo en contacto con el terreno y la cubierta plana. Definiéndose la composición de la envolvente térmica del siguiente modo:

Cerramiento de Cubierta				
Capa	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	μ (adimensional)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1,00	0,02	30,00
Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	10,00
XPS poliestireno extruido	0,07	0,034	2,06	20,00
Impermeabilización betún	0,003	0,23	0,01	50000,00
Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	10,00
Hormigón en masa	0,02	1,65	0,01	70,00
FU hormigón	0,30	0,94	0,32	10,00
Cámara de aire	-	-	0,09	1,00

Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,03	6,00
		R _T	2,58	

Tabla 8. Composición de la cubierta.

Cerramiento de Fachada				
Capa	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	μ (adimensional)
½ pie LM	0,123	1,02	0,12	10
Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	10
EPS poliestireno expandido	0,06	0,037	1,62	20
LH doble	0,07	0,469	0,15	10
Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,03	6
		R _T	1,94	

Tabla 9. Composición de la fachada.

Cerramiento de Suelo				
Capa	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	μ (adimensional)
Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1,00	0,02	30,00
Mortero de cemento	0,02	0,55	0,04	10
EPS poliestireno expandido	0,06	0,037	1,62	20
Hormigón armado	0,2	2,30	0,09	70,00
		R _T	1,76	

Tabla 10. Composición del suelo.

Como solución constructiva para la parte acristalada de los huecos se ha considerado el vidrio de doble hoja con la designación (hoja exterior/cámara de aire/hoja interior): 4/12/4, siendo su marco de PVC con tres cámaras. La ventana presenta un porcentaje de marco del 20 %.

El vidrio presenta una transmitancia de $2,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, un factor solar de los vidrios de $0,77$. El factor de visible se ha establecido en 83% , de acuerdo a la referencias de Calumen.

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa , tendrá un valor inferior o igual a $9 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ debido a que las ventanas son de clase III.

6.3.3. Funcionamiento del edificio

El edificio presenta un horario de funcionamiento habitual de mañana de: $09:00$ a $14:00$ y de tarde: $16:00$ a $19:00$, durante los días laborales, es decir, de lunes a viernes. En fines de semana, sábados y domingo, no presenta actividad. El periodo de vacaciones corresponde al mes de Agosto.

En resumen, las actividades administrativas desarrolladas en el inmueble se consideran de nivel de intensidad medio, referente a las fuentes internas y el perfil horario de funcionamiento diario es de 8 horas.

Las cargas internas presentes en los espacios del edificio son debidas a la ocupación, actividad de las personas, a los equipos presentes en la zona, a las infiltraciones del edificio y la iluminación.

Los espacios acondicionados del edificio presentan una alta carga interna, de acuerdo con lo establecido en el apéndice A de la sección, en cambio los espacios no acondicionados del edificio presentan una baja carga interna.

Designación	Ventilación ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{per}$)	Infiltra. (h^{-1})	Ocupación (m^2/per)	Q_{sensible} ($\text{W}/\text{persona}$)	Q_{latente} ($\text{W}/\text{persona}$)	$P_{\text{inst ilumi}}$ (W/m^2)	Q_{equipos} (W/m^2)
Sala de trabajo 1	45	0,8	8	75	55	7,5	31,25
Sala de trabajo 2	45	0,8	9,33	75	55	7,5	26,79
Pasillo	45	0,8	0	75	55	1,5	0
Aseos	45	0,8	0	75	55	1,5	0
Despacho 1	45	0,8	12,00	75	55	7,5	20,83

Despacho 2	45	0,8	13,33	75	55	7,5	18,75
Despacho 3	45	0,8	13,33	75	55	7,5	18,75

Tabla 11. Cargas internas e infiltraciones consideradas.

Las temperaturas de consigna de los espacios acondicionados son de 25 °C para verano, en modo refrigeración, y de 20 °C para invierno, en modo calefacción.

6.3.4. Determinación de la demanda

La verificación del cumplimiento de estas exigencias se ha realizado mediante la denominada: HERRAMIENTA UNIFICADA, LIDER-CALENER, siendo documento reconocido por el Ministerio de Fomento y el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

Esta implementación informática integra los programas LIDER, para la verificación de ciertas exigencias del DB H1 referente a demanda energética y CALENER VYP, para la verificación de ciertas exigencias del DB H0 referente a energía primaria y emisiones.

En cuanto, el alcance de la herramienta informática según se indica en el enlace del Código Técnico de la Edificación:

“Esta herramienta informática permite la verificación de las exigencias 2.2.1 de la sección HE0, 2.2.1.1 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE. La exigencia establecida para edificios de nueva construcción de uso distinto al residencial privado en el apartado 2.2.2 de la sección HE0 debe verificarse, tal como establece el DB-HE, según el procedimiento básico para la certificación energética de edificios . Otras exigencias de las secciones HE0 y HE1 que resulten de aplicación deben verificarse por otros medios.”

Se ha estudiado la limitación de la demanda energética requerida por el edificio objeto de un modo prestacional, es decir, evaluando dicha demanda mediante un método de cálculo que considere el edificio proyectado.

El procedimiento de verificación del cumplimiento se realiza mediante la comparación de la demanda del edificio objeto con un edificio de referencia, de acuerdo con en el apartado 2.2.1.1.2 del DB-HE1.

La modelización del edificio es realizada teniendo en consideración la ubicación del edificio, su geometría, la solución constructiva adoptada, su orientación y condiciones de funcionamiento.

En el citado apartado 2.2.1.1.2 del DB-HE1, se establece el porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto respecto al edificio de referencia, para edificios de usos distintos al residencial, establecidos estos límites en función de su zona climática y las cargas de las fuentes internas:

<i>Zona climática de verano</i>	<i>Carga de las fuentes internas</i>			
	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muy Alta</i>
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%

Tabla 12. Ahorros mínimos establecidos en el CTE-DB-HE1.

De modo, que para cumplir con la limitación establecida en esta sección el edificio proyectado deberá presentar un ahorro de demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del 25 % en comparación con el edificio de referencia, es decir, su demanda energética deberá ser como máximo el 75 % de la demanda del edificio de referencia.

6.3.4.1. Método de cálculo

El procedimiento de cálculo empleado por la Herramienta Unificada permite obtener conjuntamente la demanda energética de calefacción y de refrigeración para el edificio terciario. Conforme se establece en el DB-HE-1, concretamente en su apartado 5, la metodología empleada para el cálculo de la demanda debe considerar lo siguiente:

- a) El diseño, emplazamiento y orientación del edificio.

- b) La evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos.
- c) El acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas.
- d) Las solicitudes interiores, solicitudes exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2, del DB-HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre.
- e) Las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales.
- f) Las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación.
- g) Las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

6.3.4.2. Modelo del edificio

La modelización del comportamiento térmico del edificio se realiza mediante los siguientes parámetros:

- a) Cerramientos opacos: caracterizados por su forma, inclinación, orientación y especificándose si se trata de habitable y no habitables o si es de contacto con el exterior o con el terreno.
- b) Huecos de los cerramientos, como pueden ser puertas, ventanas, lucernarios y claraboyas, especificando su disposición, dimensiones

y orientación. Para cada hueco se considera la situación, forma y las dimensiones de los obstáculos de fachada, incluyendo retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales y cualquier otro elemento de control solar exterior al hueco.

- c) Puentes térmicos, como pueden ser encuentros de fachadas con cubiertas o los producidos por los huecos integrados en las fachadas, para su estimación se consideran la longitud de cada tipología de puente térmico y se modeliza mediante la transmitancia térmica lineal.
- d) Persianas y cortinas exteriores no se definirán mediante su geometría sino que se incluirán coeficientes correctores de los parámetros de caracterización del hueco.
- e) La situación, forma y dimensiones de aquellos obstáculos remotos que puedan arrojar sombra sobre los cerramientos exteriores del edificio.

6.3.4.3. Edificio de referencia

Al ser un edificio de uso terciario la Herramienta Unificada requiere del cálculo de edificio de referencia.

El edificio de referencia es un edificio obtenido a partir del edificio objeto, con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos remotos, y unas soluciones constructivas tipificadas, cuyos parámetros característicos se describen en el Apéndice D del CTE-DB-HE1.

De acuerdo a la tabla del Apéndice D: "Definición del edificio de referencia." se caracteriza a la envolvente térmica del edificio de referencia con el que se realiza la comparación del edificio objeto, siendo las siguientes:

D.2.14 ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de suelos $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de cubiertas $U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios $F_{Lim}: 0,31$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

Figura 7. Edificio de referencia para la zona climática.



6.3.5. Verificación del cumplimiento de la exigencia

FICHA: Resultados de la Herramienta Unificada

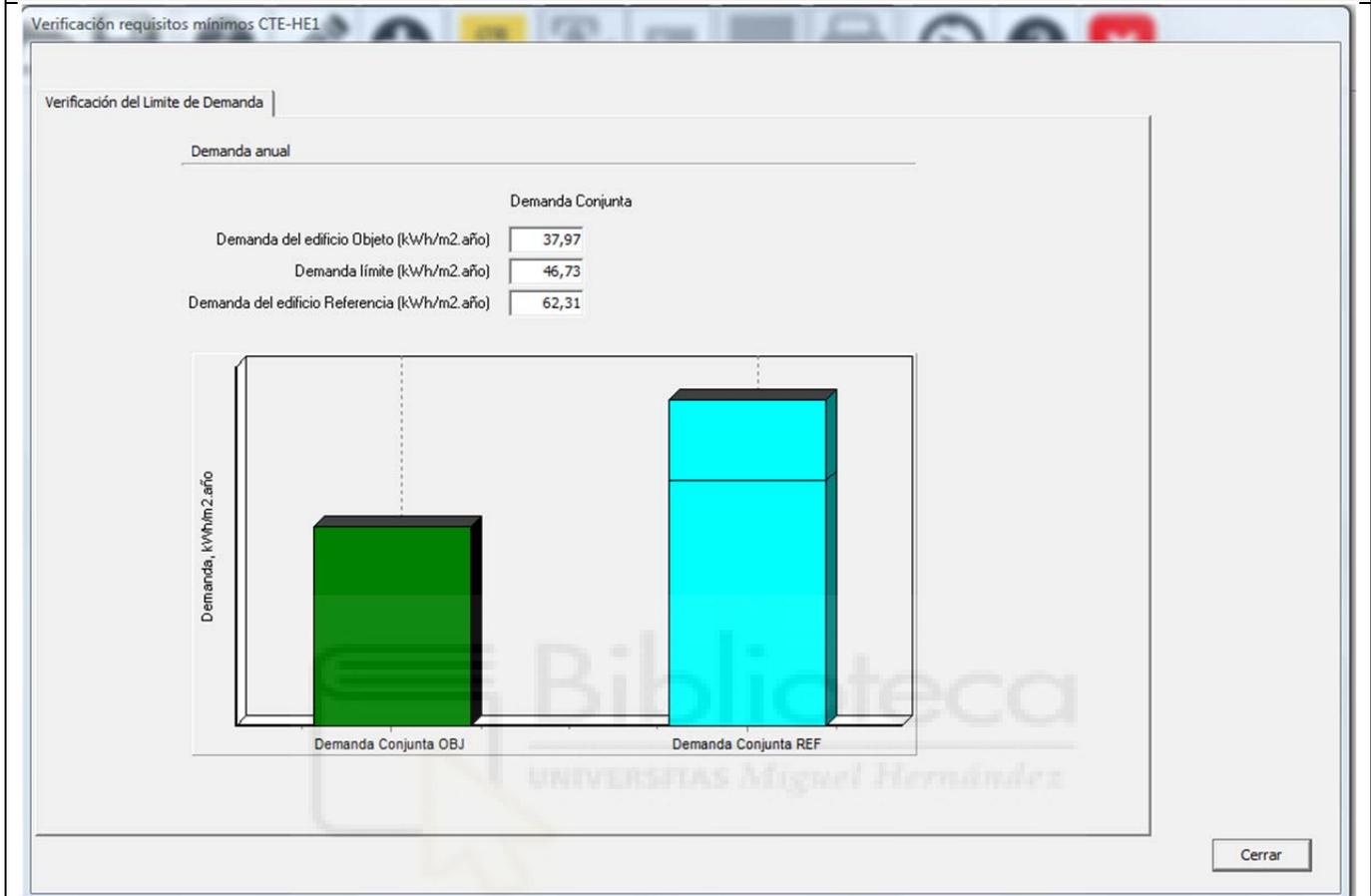


Figura 8. Demandas resultantes mediante la Herramienta Unificada. Lider-Calener

Tras el correspondiente análisis del edificio se justifica el cumplimiento de la exigencia de limitación de la demanda, siendo la limitación establecida de un ahorro del 25 % de la demanda del edificio de referencia:

Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto:

$$37,97 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} < 46,73 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración límite:

$$0,75 \cdot 62,31 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} = 46,73 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia:

$$62,31 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

El edificio objeto presenta un ahorro del 39 % de la demanda del edificio de referencia.

6.3.6. Características técnicas de los materiales

Durante la ejecución material del edificio se deberán comprobar que los materiales y productos de construcción incorporados a la obra correspondan a los especificados en este documento y presenten las características técnicas descritas anteriormente, o en caso contrario, presenten cualidades para un comportamiento energético más favorables.



6.4. Comprobación para la limitación de las condensaciones.

6.4.1. Condensaciones intersticiales

Como se ha citado con anterioridad, el edificio se estima situado a la altitud de 975 m.s.n.m, correspondiéndole al municipio de Cuenca una zona climática D2.

Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de condensaciones intersticiales, se ha considerado lo establecido en el DA DB-HE / 2: “Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos”.

De acuerdo con la tabla C.1. de este documento, a la capital de provincia de Cuenca le corresponden los siguientes condiciones climáticas.

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	T _{med}	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{med}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79
Alicante	T _{med}	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{med}	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Almería	T _{med}	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{med}	70	68	66	65	67	65	64	66	66	69	70	69
Avila	T _{med}	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{med}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73	77
Badajoz	T _{med}	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{med}	80	76	69	66	60	55	50	50	57	68	77	82
Barcelona	T _{med}	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6
	HR _{med}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71
Bilbao	T _{med}	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{med}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74	74
Burgos	T _{med}	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2
	HR _{med}	86	80	73	72	69	67	61	62	67	76	83	86
Caceres	T _{med}	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	25,4	23,6	17,4	12,0	8,8
	HR _{med}	78	73	63	60	55	44	37	39	49	65	76	80
Cádiz	T _{med}	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3
	HR _{med}	77	75	70	71	71	70	69	69	70	73	76	77
Castellón	T _{med}	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2
	HR _{med}	68	66	64	66	67	66	66	69	71	71	73	69
Ceuta	T _{med}	11,5	11,6	12,6	13,9	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1
	HR _{med}	87	87	88	87	87	87	87	87	89	89	88	88
Ciudad Real	T _{med}	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9
	HR _{med}	80	74	66	65	59	54	47	48	57	68	78	82
Córdoba	T _{med}	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7
	HR _{med}	80	75	67	65	58	53	46	49	55	67	76	80
A Coruña	T _{med}	10,2	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9
	HR _{med}	77	76	74	76	78	79	79	79	79	79	79	78
Cuenca	T _{med}	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76	79

Figura 9. Condiciones climáticas exteriores en Cuenca.

El procedimiento descrito para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero, considerado el mes más favorable para formación de condensaciones.

T _{exterior población}	T _{interior edificio}	HR _{exterior población (%)}	HR _{interior edificio (%)}
4,2	20	78	55 (Clase III)

Tabla 13. Condiciones exteriores e interiores para el análisis de condensaciones.

De acuerdo con el apartado 2.2.2, se estima la temperatura del ambiente interior igual a 20 °C y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio, siendo uso de oficinas, su clase de higrometría se establece en 3, siendo la humedad relativa interior de 55%

6.4.1.1. Comprobación de condensaciones en el suelo

De acuerdo con el apartado 4.2.1, Método de comprobación de condensaciones intersticiales, no es necesaria la comprobación en este cerramiento al estar en contacto con el terreno.

6.4.1.2. Comprobación de condensaciones en la cubierta plana

De acuerdo con la disposición a la que se encuentra el cerramiento, sus resistencias térmicas superficiales ($m^2 \cdot K/ W$) serán las siguientes:

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

Figura 10. Selección de la resistencia térmica superficial del cerramiento en contacto con el exterior.

A continuación, se determina la presión de vapor y la presión de vapor de saturación en cada uno de los puntos intermedios de las capas del cerramiento de la cubierta.

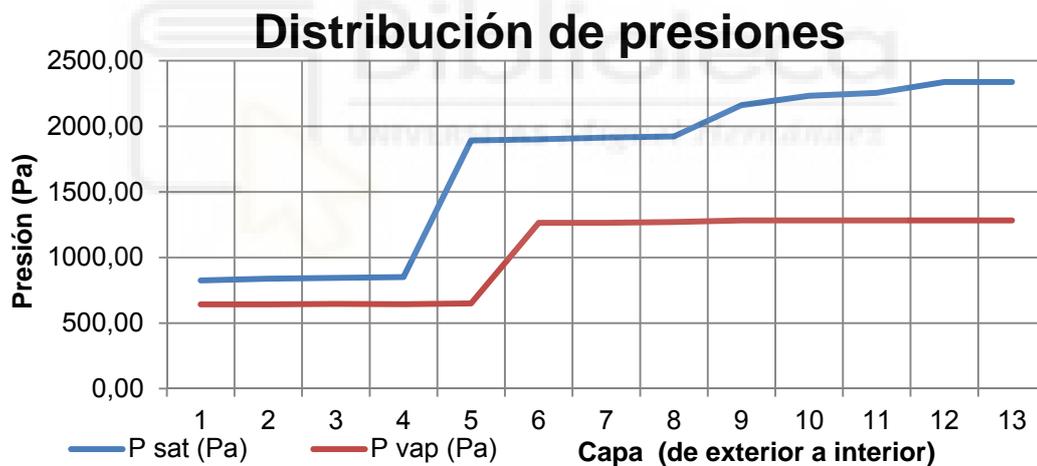


Figura 11. Distribución de presiones en el cerramiento de cubierta.

Dado que $P_{sat} > P_v$, no se prevén condensación intersticiales en el cerramiento horizontal.

VERIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONDENSACIONES INTERTICIALES									
Capa	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	T (°C)	P _{saturación} (Pa)	μ (adimensional)	Sd = $\mu \cdot e$	P _{vapor super} (Pa)	
1	Ambiente exterior.	-	-	0,00	4,20	824,36	-	-	643,00
2	R _{se}	-	-	0,04	4,43	837,93	-	-	643,00
3	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1,00	0,02	4,55	844,79	30,00	0,60	645,46
4	Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	4,65	851,07	10,00	0,10	645,87
5	XPS poliestireno extruido	0,07	0,034	2,06	16,63	1891,41	20,00	1,40	651,60
6	Impermeabilización betún	0,003	0,23	0,01	16,70	1900,54	50000,00	150,00	1266,11
7	Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	16,81	1913,35	10,00	0,10	1266,52
8	Hormigón en masa	0,02	1,65	0,01	16,88	1921,92	70,00	1,40	1272,25
9	FU hormigón	0,30	0,94	0,32	18,74	2160,99	10,00	3,00	1284,54
10	Cámara de aire	-	-	0,09	19,27	2232,78	1,00	0,10	1284,95
11	Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,03	19,42	2254,14	6,00	0,09	1285,32
12	R _{si}	-	-	0,1	20	2336,95	-	-	1285,32
13	Ambiente interior.	-	-	0	20	2336,95	-	-	1285,32
		R _T	2,72			S _T	156,79		

Tabla 14. Cálculo de condensaciones intersticiales en la cubierta.

6.4.1.3. Comprobación de condensaciones en la fachada

De acuerdo con la disposición a la que se encuentra el cerramiento, sus resistencias térmicas superficiales ($m^2 \cdot K/ W$) serán las siguientes:

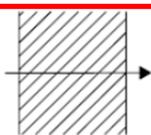
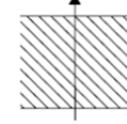
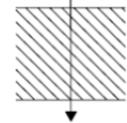
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales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

Figura 12. Selección de la resistencia térmica superficial del cerramiento en contacto con el exterior.

A continuación, se presenta la determinación de la presión de vapor y la presión de vapor de saturación de cada uno de los puntos intermedios de las capas del cerramiento de la fachada.

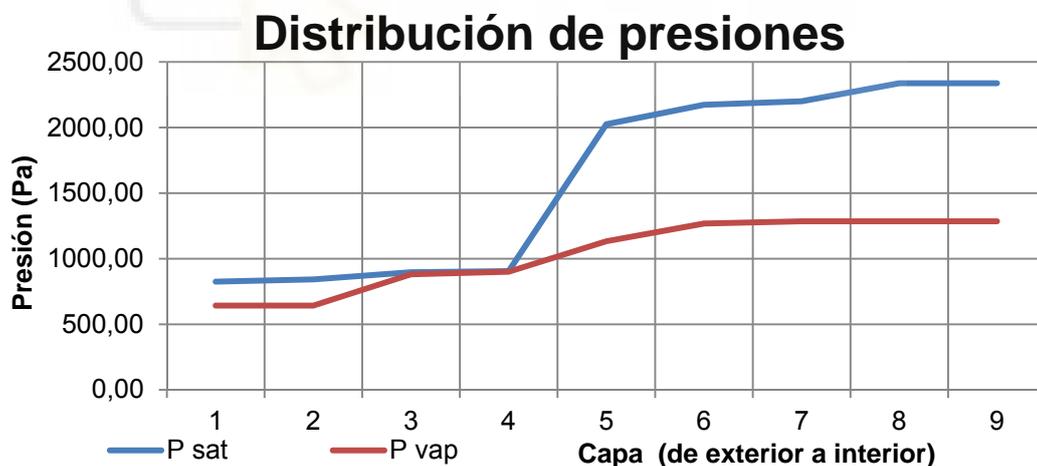


Figura 13. Distribución de presiones en el cerramiento de fachada.

Dado que $P_{sat} > P_{v}$, no se prevé condensación intersticial en el cerramiento vertical. Aunque dada la proximidad a la que se encuentran la presión de vapor y la presión de saturación, sería recomendable disponer en el cerramiento de una barrera contra el vapor sobre la parte caliente del cerramiento, con el fin de aumentar el factor de resistencia a la difusión del

vapor de agua (μ) hasta niveles que garanticen la no formación de vapor en el cerramiento.



VERIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONDENSACIONES INTERTICIALES									
	Capa	e (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	T (°C)	P _{saturación} (Pa)	μ (adimensional)	Sd = $\mu \cdot e$	P _{vapor super} (Pa)
1	Ambiente exterior.	-	-	0,00	4,2	824,36	-	-	643,00
2	R _{se}	-	-	0,04	4,50	841,91	-	-	643,00
3	½ pie LM	0,123	1,02	0,12	5,40	896,81	10	1,23	880,97
4	Mortero de cemento	0,01	0,55	0,02	5,54	905,36	10	0,1	900,32
5	EPS poliestireno expandido	0,06	0,037	1,62	17,71	2025,19	20	1,2	1132,48
6	LH doble	0,07	0,469	0,15	18,83	2172,59	10	0,7	1267,91
7	Enlucido de yeso	0,015	0,57	0,03	19,02	2199,53	6	0,09	1285,32
12	R _{si}	-	-	0,13	20,00	2336,95	-	-	1285,32
13	Ambiente interior.	-	-	0	20,00	2336,95	-	-	1285,32
			R _T	2,106			S _T	3,32	

Tabla 15. Cálculo de condensaciones intersticiales en la fachada.

6.5. Justificación del cálculo del coeficiente de pérdidas del acumulador de ACS.

El sistema de producción de Agua Caliente Sanitaria dispone de un depósito de acumulación. Suponiendo que el agua contenida en el depósito se encuentra a una temperatura media uniforme, se ha determinado el coeficiente global de pérdidas del depósito acumulador, denominado UA (W/K). Mediante este coeficiente se estiman las pérdidas de calor que se producen en el depósito, por la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del depósito. La transferencia de calor vendrá establecida:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

$U \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right)$: Transmitancia térmica

$A (m^2)$: Área que interviene en la transferencia de calor

$\Delta T (^\circ C)$: Diferencia de temperaturas

Un modo de estimar el coeficiente de pérdidas que caracteriza al acumulador es mediante las pérdidas energéticas producidas en 24 horas, dato aportado por el fabricante en la ficha técnica del equipo.

Datos técnicos - Dimensiones del producto

		PRO ECO						
		50 V	80 V	100 V	80 H	100 H	30 V SLIM	50 V SLIM
Capacidad	l	50	80	100	80	100	30	50
Potencia	W	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.800	1.800
Voltaje	V	230	230	230	230	230	230	230
Tiempo calent. ($\Delta T=45^\circ C$)	h. min.	1,56	3,06	3,52	3,06	3,52	0,55	1,37
Temp. max. ejercicio	$^\circ C$	80	80	80	80	80	80	80
Dispersión termica $65^\circ C$	kWh/24h	0,96	1,22	1,39	1,48	1,65	0,86	1,21
Presión max. ejercicio	bar	8	8	8	8	8	8	8
Peso neto	kg	16,5	22,0	25,5	22,0	25,5	14,0	18,1
Índice protección	IP	IPX3	IPX3	IPX3	IPX1	IPX1	IPX3	IPX3

Figura 14. Datos técnicos del equipo Ariston PRO ECO 100 V.

$$1,39 \frac{kW \cdot h}{24 \cdot h} = U \cdot A \cdot (65 - 20)$$

$$U \cdot A = 1,29 \text{ W}/^\circ C$$

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Caso Efecto Joule Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Figura 16. Contribución solar mínima del CTE-DB-HE de 2006, a efectos de certificación energéticas.

6.6.1.2. Contribución solar para la proyección del edificio.

Siendo el edificio de nueva construcción deberá cumplir con lo establecido en el CTE-DB-HE4 del año 2013.

En la tabla 4.4 del documento se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas vienen definidas teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal.

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Figura 17. Zonas climáticas en función de la radiación solar del CTE-DB-HE de 2013.

Para la determinación de la zona climática se han empleado los datos de Radiación Solar Global media diaria anual que se recogen en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología.

Al término municipal de Cuenca se le asignan los siguientes valores estadísticos de irradiancia global, directa y difusa durante el período de muestreo de 1983 a 2005.

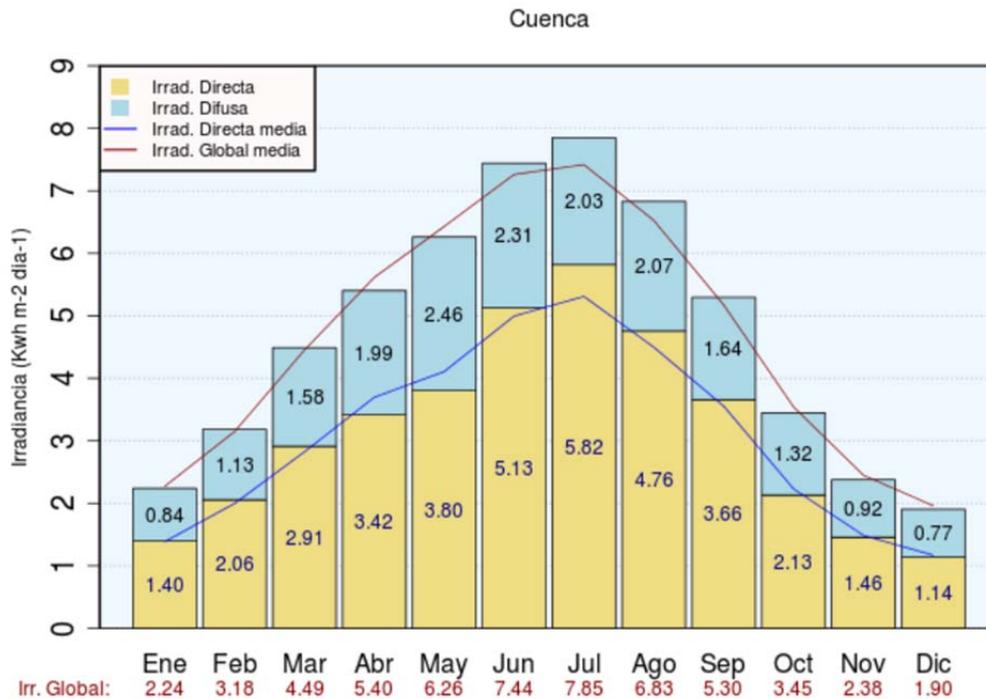


Figura 18. Radiación solar en Cuenca de acuerdo al Atlas de EUMETSAT.

La radiación global media horizontal se establece en 4,73 kWh/m²·dia, de acuerdo con estos datos, le corresponde una zona climática IV.

De acuerdo con el CTE-DB-HE4 2013 la contribución solar mínima se establece en un 50 % de la demanda de ACS del edificio.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Figura 19. Contribución solar mínima del CTE-DB-HE de 2013, a efectos de cumplimiento.

6.6.2. Sistema de captación

6.6.2.1. Características de los captadores

La instalación se ha previsto con captador solar plano de tipo termosifón. El sistema de captación estará compuesto por 1 captador homologado, marca Junkers, modelo captador FCB-2S y depósito modelo TS 150-1, de la

documentación técnica del fabricante se han extraído sus principales características:

Marca:	Junkers
Modelo:	FCB-2S / TS 150-1
Posición	Vertical
Dimensiones (Largo / Ancho / Espesor)	1.032 mm / 2.026 mm / 67 mm
η	0,71
K1 (W/m ² K)	3,861
K2 (W/m ² K ²)	0,013
Superficie Bruta (m ²)	2,09
Superficie Apertura (m ²)	1,94
Caudal recomendado (l/hm ²)	50

Tabla 16. Características del captador solar.

Debido al bajo consumo de agua caliente sanitaria requerido por el recinto, dedicado a uso administrativo, se ha seleccionado un captador solar de termosifón, de tipo cerrado e interacumulador en la parte superior.

El circuito primario no presenta bomba de circulación, favoreciendo el balance energético de la instalación. La circulación del fluido se realiza de un modo natural, al presentarse el depósito en un punto de mayor cota se produce la circulación del fluido caliente hacia el depósito por el efecto termosifón, debida a la diferencia de densidad producida por el incremento de temperatura.

6.6.2.2. Relación entre las distintas curvas de rendimiento del captador.

La función de eficiencia del captador solar conforme a la norma UNE 12975 vendrá expresada en función de la temperatura media reducida del siguiente modo:

$$\eta_{\text{captador}} = \eta_0 - a_1 \cdot T_m^* - a_2 \cdot T_m^{*2}$$

Donde:

$$T_m^* = \frac{T_{\text{captador}} - T_{\text{amb}}}{G_{\beta}}$$

η_0 : Factor óptico

a_1 : Factor de pérdidas lineal

a_2 : Factor de pérdidas cuadrático.

Por otro lado, la eficiencia del captador solar puede expresarse como función de la temperatura de entrada del fluido como se considera en el método de las curvas f, F-chart, siendo la expresión resultante de la forma siguiente:

$$\eta_{\text{captador}} = \eta_o - a_1 \cdot T_e^*$$

Donde:

$$T_e^* = \frac{T_{\text{captador entrada}} - T_{\text{amb}}}{G_\beta}$$

Por ello, se deberá realizar la aproximación entre las curvas cuadrática referida a la temperatura media aportada por el fabricante y el modelo de dimensionamiento empleado, siendo este modelo lineal referida a la temperatura entrada del captador.

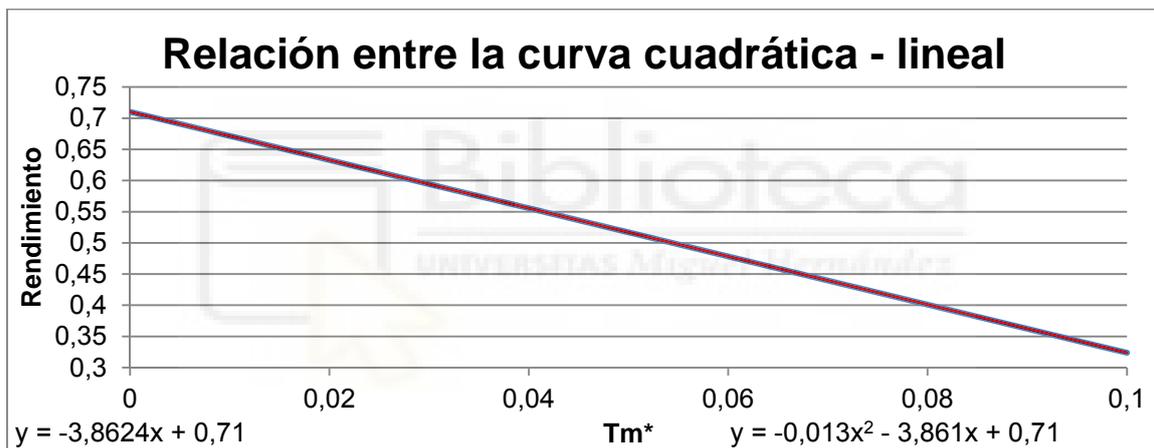


Figura 20. Relación entre las curvas de rendimiento del captador.

El comportamiento del captador se establece mediante la expresión:

$$\eta_{\text{captador}} = 0,71 - 3,8624 \cdot T_m^*$$

El método F-chart emplea la temperatura de entrada del captador como parámetro, a diferencia de norma UNE 12975, donde se emplea la temperatura media reducida, la relación entre ambas curvas se establece mediante el factor K.

$$k = \frac{\frac{\dot{m}}{S} \cdot C_p}{\frac{\dot{m}}{S} \cdot C_p - a_1(T_m)/2}$$

$$\eta_o(T_e) = k \cdot \eta_o(T_m)$$

$$a_1(T_e) = k \cdot a_1(T_m)$$

Se considera el caudal de diseño del fabricante de $50 \text{ l/hm}^2_{\text{captador}}$.

no (Tm*)	a1 (Tm*)	Q(l/hm2)	m (kg/sm2)	k (Factor)	no (Te*)	a1 (Te*)
0,7100	3,8624	50	0,0139	1,0344	0,7344	3,9953

Tabla 17. Relación entre los factores de pérdidas del captador.

Estableciéndose la aproximación a la curva lineal respecto de la temperatura de entrada del captador Junkers, modelo FCB-2S:

$$n_{\text{captador}} = 0,734 - 3,995 \cdot T_e^*$$

6.6.2.3. Orientación-inclinación y sombras

No se prevén sombras de ningún tipo, el captador se ha dispuesto en su orientación más favorable, considerada esta sur, siendo acimut de 0° .

La inclinación óptima será similar a la latitud ($\beta_{\text{óptimo}} = \text{latitud de Cuenca}$), siendo para esta inclinación del captador la captación máxima de radiación solar.

De acuerdo con los datos de Aemet, la latitud de Cuenca es de 40° , luego la inclinación de los captadores será de 40° .

Dada la orientación a sur y al no presentarse obstáculos de ningún tipo sobre la superficie de captación, las pérdidas energéticas producidas serán inferiores al límite de 10 % para pérdidas de orientación e inclinación, también serán inferiores al límite de 10 % para pérdidas por sombras. Finalmente, las pérdidas totales previstas serán inferiores al límite del 15 % establecido, luego se verifica el cumplimiento de pérdidas por radiación solar conforme al CTE DB HE4.

Tabla 2.3 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

Figura 21. Limitación de pérdidas de la instalación, conforme al CTE-DB-HE de 2013.

6.6.2.4. Sistema de acumulación e intercambio

El sistema de intercambio estará incorporado al acumulador solar, de tipo interacumulador. Este elemento estará situado en la parte superior del captador.

Con el fin limitar la estancación del agua en el interior del depósito se ha considerado el consumo diario de agua para su dimensionamiento.

Para establecer el volumen de acumulación se ha considerado lo establecido el CTE DB HE, en su apartado 2.2.5:

$$50 < (V/A) < 180$$

Donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Por otro lado, siendo el depósito un interacumulador, como criterio de predimensionamiento se ha considerado que la relación entre la superficie útil del intercambiador y la superficie total de captación es superior a 0.15, relación geométrica establecida en la anterior edición de CTE DB HE.

$$0,15 \frac{\text{m}^2}{\text{m}^2 \text{ de captador}} < \frac{0,69 \text{ m}^2 \text{ de serpentín}}{1 \text{ captador} \cdot 1,94 \text{ m}^2 \text{ de captador}} = 0,356$$

En cuanto a la relación entre el volumen de acumulación y superficie de captación:

$$50 < \frac{150 \text{ litros}}{1 \text{ captador} \cdot 1,94 \text{ m}^2} = 77,32 < 180$$

Luego la alternativa de depósito TS 150-1 como solución constructiva es adoptada.

6.6.2.5. Pérdidas energéticas

Con el fin de considerar las pérdidas energéticas se han estimado las producidas en el circuito de distribución secundario, desde el interacumulador solar hacia el acumulador del termoeléctrico.

Las pérdidas del circuito primario de la instalación solar, son estimadas mediante el modelo de las curvas de F-Chart, por lo que no se precisa de su determinación.

Las pérdidas energéticas localizadas en el acumulador son contempladas expresamente por el modelo de cálculo mediante el coeficiente de pérdidas del acumulador, UA (W/K), luego no han sido estimadas para determinar la cobertura solar.



6.6.3. Dimensionamiento de la instalación

Para el cálculo de la cobertura del sistema solar se ha empleado el método de las gráficas-f, método F-Chart.

Mediante este método se ha determinado la contribución solar mensual según las condiciones meteorológicas representativas de cada mes en la ubicación.

Para la verificación del cumplimiento de las exigencias del CTE DB HE4 se ha obtenido la contribución solar mínima, de acuerdo con el apartado 2.2 del documento, se ha diseñado la instalación previendo las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras del apartado 2.2.3.

Los datos de radiación solar global media diaria del emplazamiento se han tomado de acuerdo con el Atlas de radiación solar en España de AEMET.

La determinación de la demanda energética se ha realizado según la aplicación del edificio considerando lo presente en el apartado 4.1 Cálculo de la demanda del CTE DB HE 4.

6.6.3.1. Emplazamiento y zona climática

De acuerdo a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, la contribución solar mínima anual de energía solar para ACS dependerá de la zona climática y la demanda del edificio.

Provincia:	Cuenca	Altitud [m]:	949
Localidad:	Cuenca	Altitud [m]:	949
Latitud [°]:	40	A _z [m]:	0
Zona climática	4	CSA _{MIN}	50

Tabla 18. Características generales de la instalación solar térmica.

La temperatura mínima histórica registrada en Cuenca es de -21 °C.

6.6.3.2. Datos climáticos

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
T ^a . Ambiente capital [°C]:	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
T ^a . Ambiente localidad [°C]:	5,00	6,00	9,00	12,00	15,00	20,00	24,00	23,00	20,00	14,00	9,00	6,00	13,6
T ^a . media agua red [°C]:	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7	11,7
Rad. horiz. [MJ/m ² día]:	8,064	11,448	16,164	19,44	22,536	26,784	28,26	24,588	19,08	12,42	8,568	6,84	17,0
Rad. inclin. [MJ/m ² día]:	14,24	17,13	19,90	19,86	20,36	22,80	24,59	23,86	21,96	17,03	14,23	12,50	19,0

Tabla 19. Condiciones de radiación y temperatura en el municipio.

6.6.3.3. Demanda energética.

Para determinar la ocupación de la oficina se ha considerado el personal existente habitualmente en el edificio.

	Superficie (m2)	Ocupación (personas)
Distribución	78	0
Despacho 1	36	3
Despacho 2	40	3
Despacho 3	40	3
Sala de trabajo 1	96	12
Sala de trabajo 2	112	12
Aseo 1	16	0
Aseo 2	16	0
Total	434	33

Tabla 20. Ocupaciones de los distintos espacios.

CRITERIO DE DEMANDA	CONSUMO POR OCUPANTE A 60° [Litros/día]	OCUPANTES [Personas]	DEMANDA DIARIA A 60° [Litros/día]
Oficina	2	33	66

Tabla 21. Determinación de la demanda conforme al CTE-DB-HE4.

6.6.3.4. Previsión de consumo mensual y anual

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	75	90
Corrección demanda 60°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 22. Corrección de la ocupación mensualmente.

6.6.3.5. Principales características de la instalación solar.

Curva de rendimiento del captador: $r = 0,7344 - 3,9953 * (t_e - t_a) / I_t$

t_e : Temperatura de entrada del fluido al captador

t_a : Temperatura media ambiente

I_t : Radiación en [W/m²]

Factor de eficiencia del captador: 0,7344

Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]: 3,9953

Relación acumulación/ área captación [L/m²]: 77,32

Perdidas Secundario (kW) 0,11

6.6.3.6. Previsión demanda energética mensual y anual

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo de agua [m ³]:	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	24,1
Incremento T ^a . [°C]:	54,0	53,0	52,0	50,0	47,0	44,0	42,0	0	44,0	48,0	51,0	53,0	
Ener. Nec. [Kcal·1000]:	181	162	177	167	167	155	156	0	155	169	169	179	1994
Ener. Nec. [MJ]:	758	677	741	700	698	650	655	0	650	706	708	749	8347
Pérdidas cir. Secundario (kWh)	82	74	82	79	82	79	82	0	79	82	79	82	964
Pérdidas energía secundario (MJ)	295	266	295	285	295	285	295	0	285	295	285	295	3469

Tabla 23. Cálculo energético mensual.

6.6.3.7. Verificación del cumplimiento de las exigencias del HE 4

Área efectiva captación [m2]:	1,92
Número de captadores:	1
Área captadores [m2]:	1,94
Inclinación [°]:	40
Volumen de acumulación [L]:	150
Aint mínimo (m2)	0,291
P nominal (kW)	1,5
Exceso contribución:	No

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Ener. Nec. MJ]:	758	677	741	700	698	650	655		650	706	708	749	7692
Ahorros [MJ]:	380	410	523	501	517	542	588		526	443	362	327	5118
Contribución solar [%]:	50,09	60,58	70,60	71,50	74,11	83,31	89,82		80,85	62,75	51,05	43,66	66,53
Contribución solar [%]: sin limitar	50,09	60,58	70,60	71,50	74,11	83,31	89,82		80,85	62,75	51,05	43,66	66,53
Ener. interceptada [MJ]:	857	931	1197	1156	1224	1327	1479		1278	1024	828	752	12052
Rendimiento instalación:	44,30	44,05	43,69	43,31	42,24	40,83	39,78		41,14	43,27	43,66	43,50	42,71

Tabla 25. Determinación de la contribución solar.

6.6.3.8. Resultados de Modelo F-Chart

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
N	31	28	31	30	31	30	31	-	30	31	30	31	334
Factor adimensional	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	-	0,67	0,67	0,67	0,67	
Ea (MJ)	574	623	802	774	820	889	990	-	856	686	555	504	
D1	0,76	0,92	1,08	1,11	1,18	1,37	1,51	-	1,32	0,97	0,78	0,67	
K1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	-	0,99	0,99	0,99	0,99	
K2	0,99	1,02	1,02	1,06	1,15	1,22	1,27	-	1,22	1,12	1,06	1,02	
Ep	1839	1688	1808	1764	1914	1852	1883	-	1852	1884	1823	1869	
D2	2,43	2,49	2,44	2,52	2,74	2,85	2,87	-	2,85	2,67	2,57	2,49	
F	0,501	0,606	0,706	0,715	0,741	0,833	0,898	-	0,808	0,627	0,511	0,437	

Tabla 26. Análisis mediante el modelo F-Chart.

Dado que corresponde al período vacacional, no se ha considerado la producción solar del mes de agosto, al considerarse que durante este periodo el captador permanecerá tapado, evitando la exposición a sobrecalentamiento del elemento.

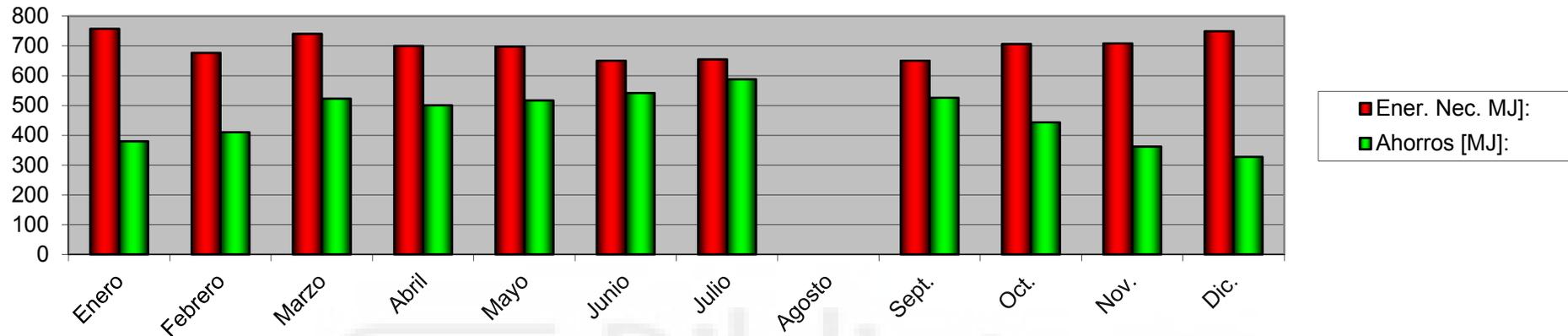


Figura 22. Estimación energía necesaria y ahorros energéticos mensuales.

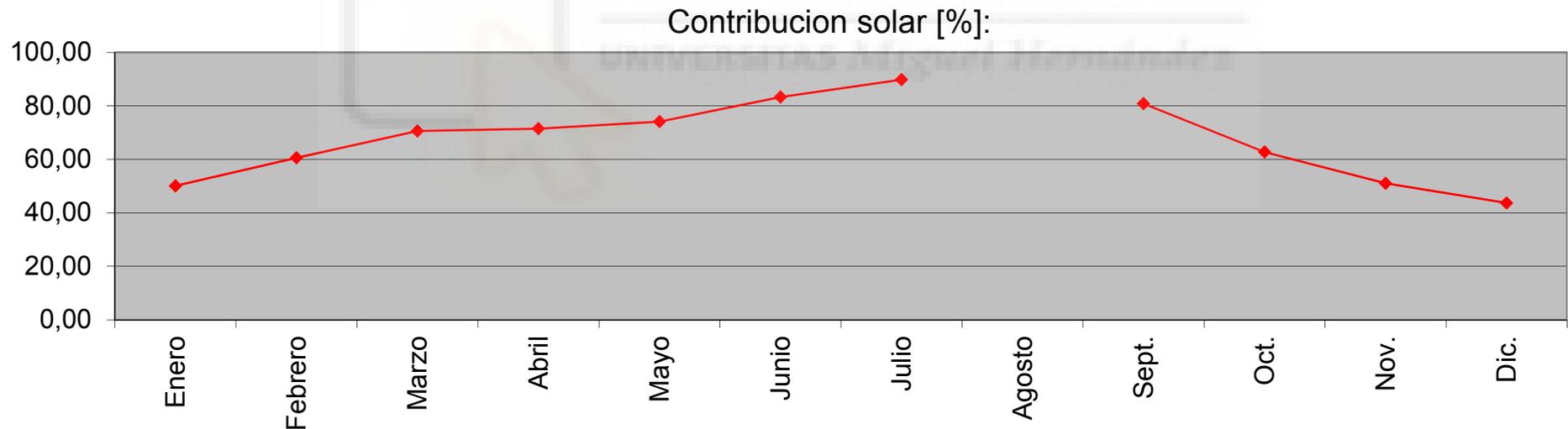


Figura 23. Contribución solar mensual.

6.7. Justificación de las características de las instalaciones de iluminación.

Las exigencias de la Sección HE 3, respecto a eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, se establecen caracterizadas por el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación, VEEI (W/m^2), mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Siendo:

- P: la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar (W)
- S: la superficie iluminada (m^2)
- E_m : la iluminancia media horizontal mantenida (lux)

De acuerdo a lo establecido en su apartado 2.1, se establecen Valores de Eficiencia Energética Límite en recintos interiores de un edificio del siguiente modo:

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico	3,5
aulas y laboratorios	3,5
habitaciones de hospital	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos	4,0
estaciones de transporte	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas)	6,0
hostelería y restauración	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 27. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación límites conforme CTE-DB-HE3.

En el edificio en cuestión, se presentan recintos dedicados a despachos, salas de trabajo, conjunto de tipo administrativo, distribuidor y aseos. De acuerdo con la clasificación de espacios establecida en la tabla anterior, le corresponde un VEEI de 3 para las zonas de trabajo administrativo, es decir, despachos, salas de trabajo y un VEEI de 4 para las zonas comunes, es decir, los aseos y el distribuidor.

La potencia instalada en el edificio condicionará las lámparas a emplear, y el consumo energético derivado del servicio de iluminación. Considerando el uso del edificio esta sección HE 3, concretamente en su apartado 2.2, se establecen unos límites de potencia instalada.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada (W/m ²)
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600 lux	25

Tabla 28. Potencia máxima instalada conforme CTE-DB-HE3.

Siendo un edificio terciario de uso administrativo, la potencia máxima instalada se establece en 12 W/m².

Para la cuantificación de una iluminancia media horizontal mantenida sobre la superficie de trabajo se ha considerado las recomendaciones establecidas en la UNE EN12464.1, sobre la iluminación para interiores. De acuerdo con esta

norma se ha establecido E_m en 500 lux para los recintos de uso administrativo, despachos y las salas de trabajo, en cambio para las zonas comunes del edificio, se ha establecido E_m en 100 lux en los aseos y el distribuidor.

En consecuencia, condicionada la iluminancia media horizontal mantenida y considerando el empleo de lámparas y equipos eficientes se han establecidos las características del sistema de iluminación de los diferentes recintos.

Descripción	VEEI _{OBJETO}	P (W/m ²)	E_m (lux)	Superficie (m ²)	VEEI _{HE3:2006} Certificación	VEEI _{HE3 2013} LÍMITE
Sala de trabajo 1	1,5	7,5	500	96	3,5	3
Sala de trabajo 2	1,5	7,5	500	112	3,5	3
Distribuidor	1,5	1,5	100	78	4,5	4
Despacho 1	1,5	7,5	500	36	3,5	3
Despacho 2	1,5	7,5	500	40	3,5	3
Despacho 3	1,5	7,5	500	40	3,5	3
Aseos	1,5	1,5	100	32	4,5	4

Tabla 29. Características del sistema de iluminación para cada espacio.

De acuerdo las indicaciones establecidas en la nota informativa del IDAE, a efectos de certificación, es decir, para definir el edificio de referencia se han considerado los valores indicados en el CTE-DB-HE publicado en el 2006. Para ello, se han considerado las descripciones anteriores y para la determinación del VEEI se ha estimado los recintos como zonas de no representación.

6.8. Justificación de la producción de energía eléctrica fotovoltaica.

La Instalación Solar Fotovoltaica está situada en la calle Resinera, nº 22 del término municipal de Cuenca, de acuerdo a la localización mostrada con el programa PVGIS.

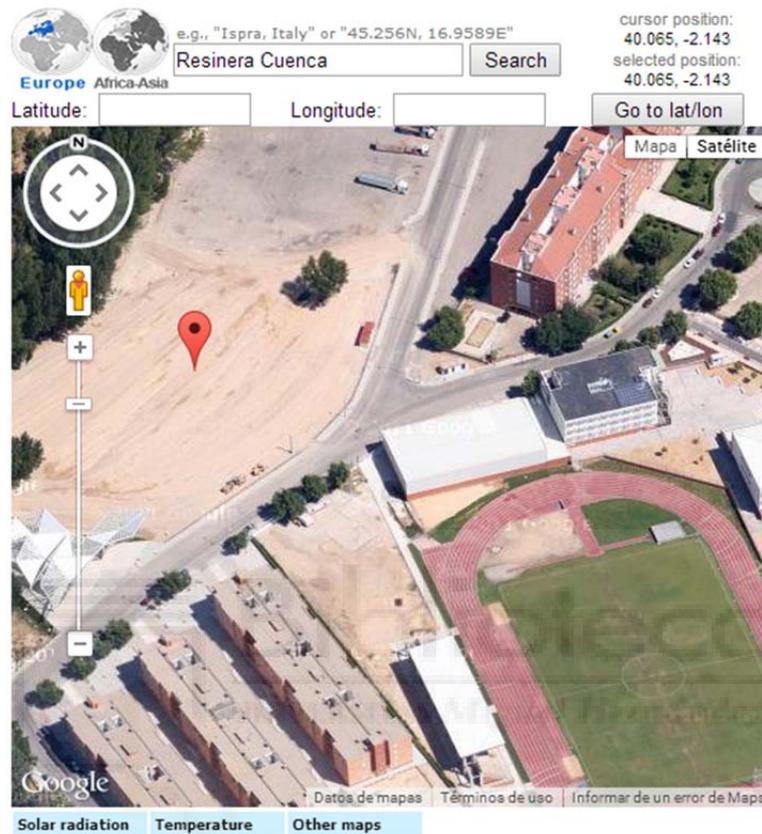


Figura 24. Emplazamiento de la instalación solar Fotovoltaica en PVGIS.

6.8.1. Características principales de la instalación.

Las principales características de la instalación se han recogido en la siguiente tabla:

E_{total}	1492,1 kWh/año
Periodo de diseño	Anual
Orientación (α)	0 °
Inclinación (β)	39 °
$PR_{DISEÑO}$	0,757
P_{pico}	1000 Wp
Captadores	4
P_{mp}	250 Wp/captador

Tabla 30. Principales características de la instalación solar fotovoltaica.

6.8.2. Configuración de la instalación:

Se pretende dotar de producción eléctrica al edificio por medio de una Instalación Solar Fotovoltaica.

La instalación fotovoltaica que dispondrá el edificio se configurará para autoconsumo parcial. La producción se conectará a la instalación interior del edificio, con el fin de que se dedique esta producción eléctrica para el consumo en el propio punto de generación. La instalación estará conectada a la red eléctrica, con el objetivo de verter en la misma el excedente de producción de energía no consumida instantáneamente, por lo que no se instalará ningún equipo de acumulación.

Siendo la potencia instalada de $1000 W_{\text{pico}}$, la instalación queda dimensionada para que su producción sea menor que el consumo previsto, por lo que no se prevé la inyección a red de grandes excedentes al ser un ratio de autoconsumo reducido.

6.8.3. Periodo de diseño.

La actividad del edificio se desarrolla de lunes a viernes, 5 días a la semana, cerrando únicamente durante el mes de agosto. El cierre de la actividad corresponde a un mes del periodo con mayor irradiación solar de verano.

Se ha tomado para el dimensionamiento de la instalación un periodo de uso constante anual. Se ha optado por este periodo para maximizar la producción de energía.

6.8.4. Estimación de las pérdidas energéticas.

Durante el funcionamiento habitual de la instalación diversas causas derivan a una serie de pérdidas energéticas que penalizan a la producción eléctrica, siendo las relevantes:

- Pérdidas por el polvo y la suciedad (L_{p+s})
- Pérdidas por la caída de tensión en cables (L_{cables})
- Pérdidas por el rendimiento inversor (L_{inv})
- Pérdidas por el rendimiento en el punto de máxima potencia (L_{MPP})

- Pérdidas por las sombras (L_{somb})
- Pérdidas angulares, desviación respecto orientación óptima (L_{orienta})
- Pérdidas por la reflexión (L_{refle})
- Pérdidas por la temperatura de la superficie ($L_{T^{\circ}C}$)
- Pérdidas por baja irradiancia ($L_{T^{\circ}C}$)

Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR, vendrá determinado por estos factores dependientes de las condiciones de funcionamiento.

El Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones, establece el valor típico de $PR \approx 0,7$, para instalaciones con sistemas con inversor y sin acumulación de energía. Dadas las mejoras en las tecnologías desde la publicación del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones, febrero del 2009, se han considerado las siguientes pérdidas, siendo el PR resultante de un valor más eficiente:

- Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 9.6%, establecida utilizando la temperatura ambiente local.
- Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 2.7%.
- Restantes pérdidas del sistemas (cables, inversor, etc.): 14.0%.

Siendo las pérdidas combinadas del sistema Fotovoltaico un total de 24.3%.

La eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo se estima en:

$$PR = 75,7 \%$$

6.8.5. Orientación e inclinación óptimas

La orientación óptima es determinada por su disposición a sur de los módulos fotovoltaico, es decir, acimut 0° .

La inclinación óptima maximizará la energía captada durante el periodo de diseño.

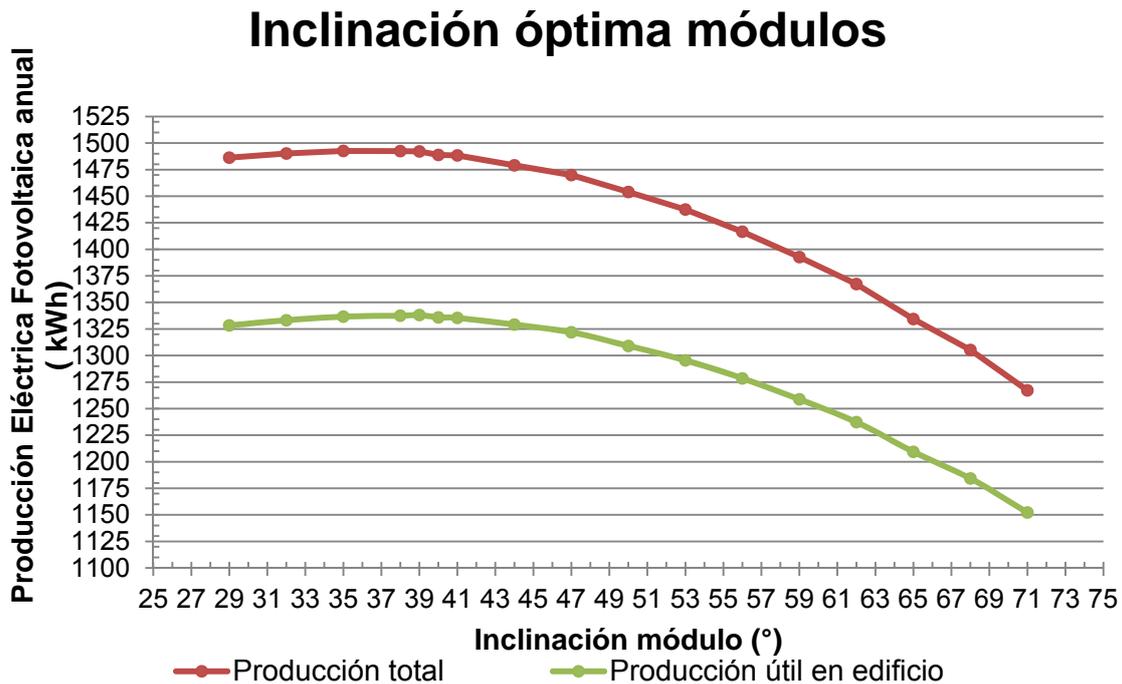


Figura 25. Relación entre la inclinación de los módulos y las producciones de energía eléctrica anual.

Siendo:

Producción total: Correspondiente al periodo de diseño anual.

Producción útil en el edificio: Considerando la correspondiente a los once meses de funcionamiento del edificio y sin considerar la producción en periodo vacacional.

Analizando las distintas inclinaciones del plano de captación se observa que entorno a los 39° desde la horizontal, se encuentra el punto donde la producción eléctrica anual es máxima, siendo la producción eléctrica total de 1492,1 kWh/año y la producción eléctrica útil previsiblemente en el edificio corresponde a 1338,1 kWh/año, es decir, sin considerar la producción en el periodo vacacional que será inyectada a la red eléctrica.

Inclinación módulos (°)	32	35	38	39	40	41	44	47	50	53	56	59
E anual (kWh)	1490,2	1492,6	1492,5	1492,1	1488,9	1488,4	1479,1	1469,9	1454,0	1437,5	1416,5	1392,7
E vacaciones (kWh)	157	156	155	154	153	153	150	148	145	142	138	134
E edificio (kWh)	1333,2	1336,6	1337,5	1338,1	1335,9	1335,4	1329,1	1321,9	1309,0	1295,5	1278,5	1258,7

Tabla 31. Producción eléctrica para distintas inclinaciones.

De acuerdo con la información de PV-GIS, la disposición de la superficie de captación de energía será la siguiente, de manera que maximice la captación para el periodo de uso considerado.

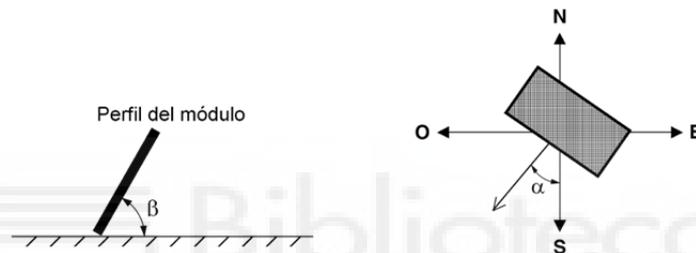


Figura 26. Ángulos para la disposición de los módulos.

Orientación: $\alpha = 0^\circ$

Inclinación: $\beta = 39^\circ$

El periodo vacacional corresponde al mes donde la radiación solar incidente es máximas, periodo de verano. Se ha optimizado la inclinación para maximizar la producción energética durante el periodo de actividad del edificio. Dado que únicamente es un mes la inactividad en verano, no ha tenido incidencia sobre la inclinación óptima del módulo, por lo que se ha optado por periodo de diseño anual, donde la inclinación óptima se encuentra próxima a la latitud.

A efectos de simulación mediante el modelo del edificio realizado en Calener GT se ha considerado la producción total anual.

Determinado el ángulo de inclinación de la superficie de captación, se presenta la radiación solar mensual para el emplazamiento.

Fixed system: inclination=39°, orientation=0°				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	2,99	92,7	3,69	114
Feb	3,71	104	4,65	130
Mar	4,32	134	5,6	174
Apr	4,25	128	5,59	168
May	4,4	137	5,92	183
Jun	4,8	144	6,6	198
Jul	5,12	159	7,15	222
Aug	4,97	154	6,91	214
Sep	4,51	135	6,12	184
Oct	3,99	124	5,23	162
Nov	3,11	93,4	3,91	117
Dec	2,81	87	3,46	107
Yearly average	4,08	124	5,41	164
Total for year	1492,1		1970	

Tabla 32. Producción eléctrica mensual para la inclinación de 39°.

Siendo en la tabla:

E_d : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh).

E_m : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh).

H_d : Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m²).

H_m : Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m²).

De acuerdo con la base de datos de PVGIS, de donde procede la tabla anterior, se puede extraer que durante el mes representativo de Julio se situará la producción mensual media máxima con 159 kWh/mes, periodo de verano.

La producción mensual mínima se situará en un mes representativo de diciembre 87 kWh/mes, situándose la producción eléctrica de la instalación en un mes medio representativo del año en 124 kWh/mes.

La diferencia entre la producción de la instalación y el consumo del edificio, considerado más elevado, que vendrá garantizado por la red eléctrica.



7. Conclusión

7.1. Análisis de los indicadores

Realizada la simulación del edificio, se ha obtenido el consumo energético final anual de las distintas instalaciones presentes para dar servicio a sus usuarios.

Consumo Energía Final (kWh)			
	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	4795,6	0,0	4795,6
Refrigeración	1550,7	0,0	1550,7
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	284,9	0,0	284,9
Ventiladores	1072,0	0,0	1072,0
Calefacción	24,5	7706,3	7730,9
ACS	1499,6	0,0	1499,6
TOTAL	9227,3	7706,3	16933,7

Figura 27. Consumos de energía final resultantes en Calener GT.

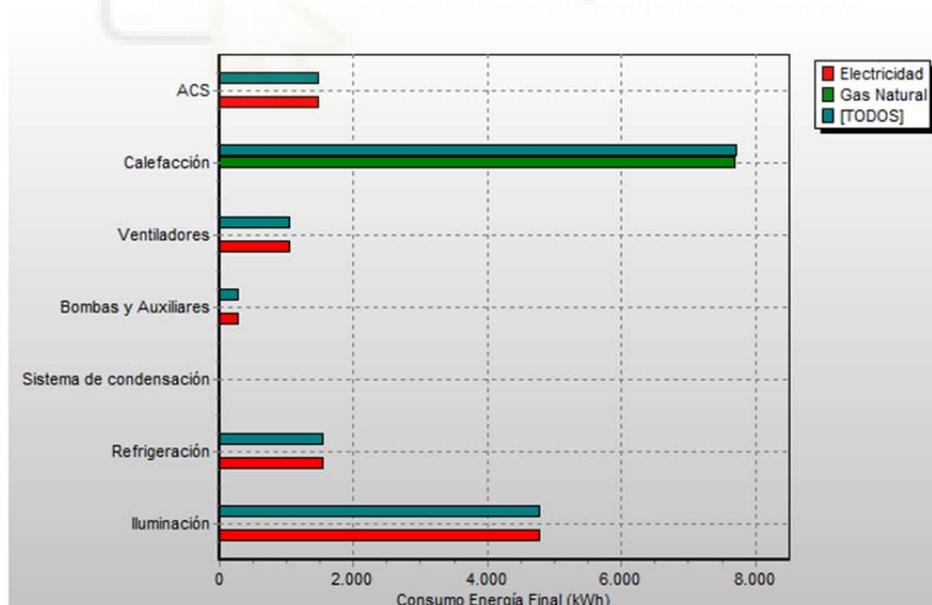


Figura 28. Distribución de los consumos de energía final.

Se puede ver como dependiendo del servicio técnico se emplea energía eléctrica o gas natural para satisfacer las distintas necesidades existentes.

Los mayores ratios de consumo de energía final de los distintos servicios respecto al consumo de energía final total del edificio se producen para los servicios de iluminación y calefacción.

El mayor consumo de energía final anualmente se realiza para satisfacer la demanda de calefacción. Para ello, el aporte térmico al sistema de climatización se realiza mediante gas natural como combustible, respecto al consumo de electricidad de este servicio es únicamente empleado para sus elementos auxiliares.

Se puede ver como en concordancia con los datos de entrada de la simulación, al emplazarse el inmueble en una zona climática D2, la mayor demanda energética la produce el servicio de calefacción, durante el periodo de invierno, en comparación con la demanda de refrigeración.

Mediante la aplicación de los factores de conversión entre consumo energía final a energía primaria, la herramienta estima la energía primaria necesaria.

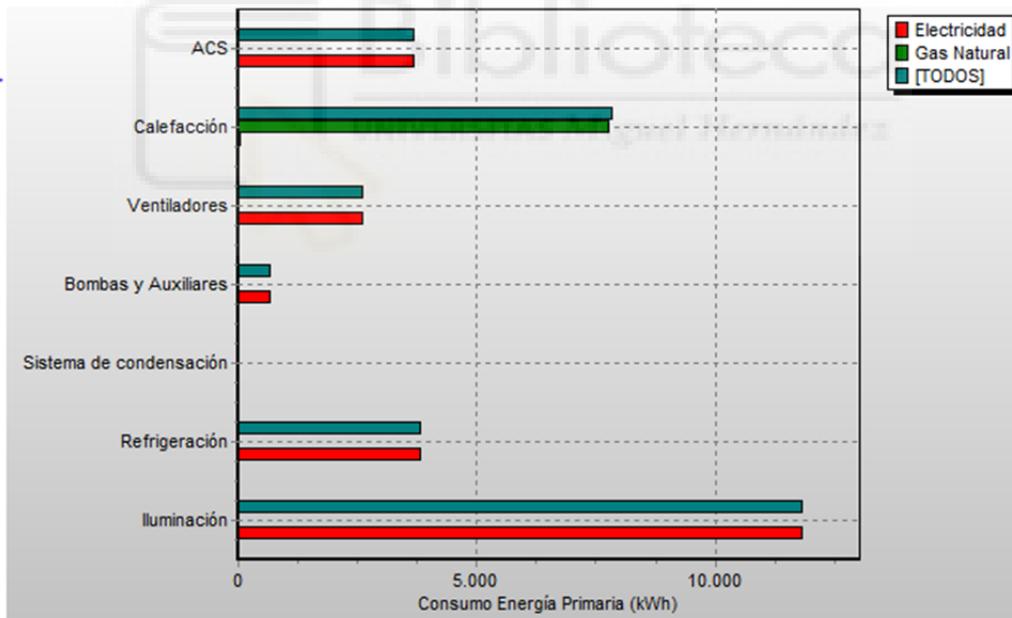


Figura 29. Distribución de los consumos de energía primaria obtenidos de Calener GT.

La estimación considera que aun siendo mayor el consumo de energía final necesario para el servicio de calefacción respecto del servicio de iluminación, debido que en un servicio se emplea como energía final gas natural, servicio de calefacción, y en otro electricidad, servicio de iluminación, se produce que el consumo de energía primaria es mayor para el servicio de iluminación, a

diferencia del consumo de energía final. Esto se justifica por los coeficientes de paso empleado para la conversión energética.

Finalmente se produce la conversión a las emisiones de dióxido de carbono derivadas de los distintos consumos energéticos anteriores:

Emisiones (kg CO ₂)			
	Electricidad	Gas Natural	[TODOS]
Iluminación	2952,0	0,0	2952,0
Refrigeración	954,6	0,0	954,6
Sistema de condensación	0,0	0,0	0,0
Bombas y Auxiliares	175,4	0,0	175,4
Ventiladores	659,9	0,0	659,9
Calefacción	15,1	1572,1	1587,2
ACS	923,1	0,0	923,1
TOTAL	5680,0	1572,1	7252,1

Figura 30. Estimaciones de emisiones de dióxido de carbono.

Se puede ver como el servicio que lleva asociado un mayor ratio de las emisiones de dióxido de carbono anualmente es el servicio destinado a la iluminación, en primer lugar, y el servicio de calefacción, en segundo lugar.

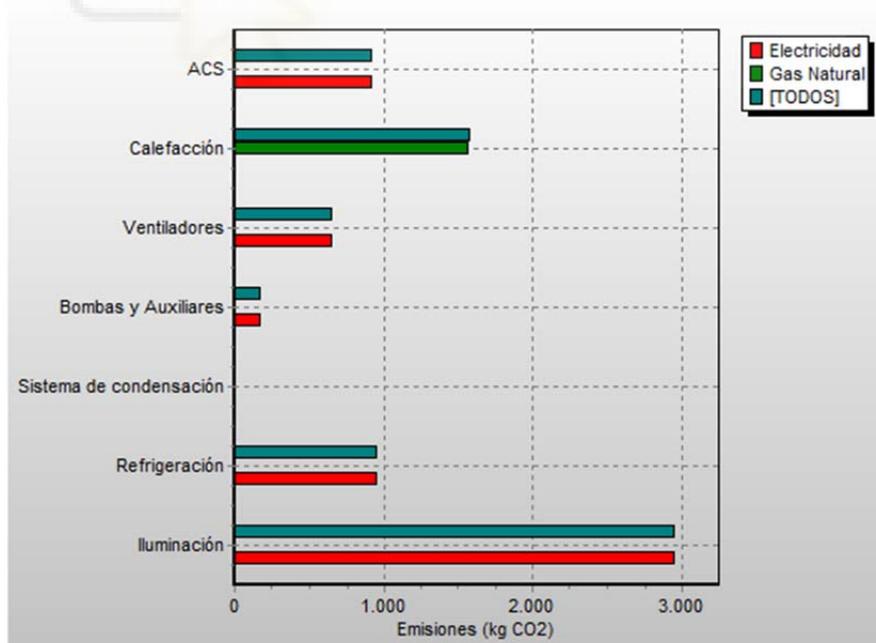


Figura 31. Distribución gráfica de las emisiones de dióxido de carbono.

La distribución mensual de los consumos de energía final para los distintos servicios técnicos es la siguiente:

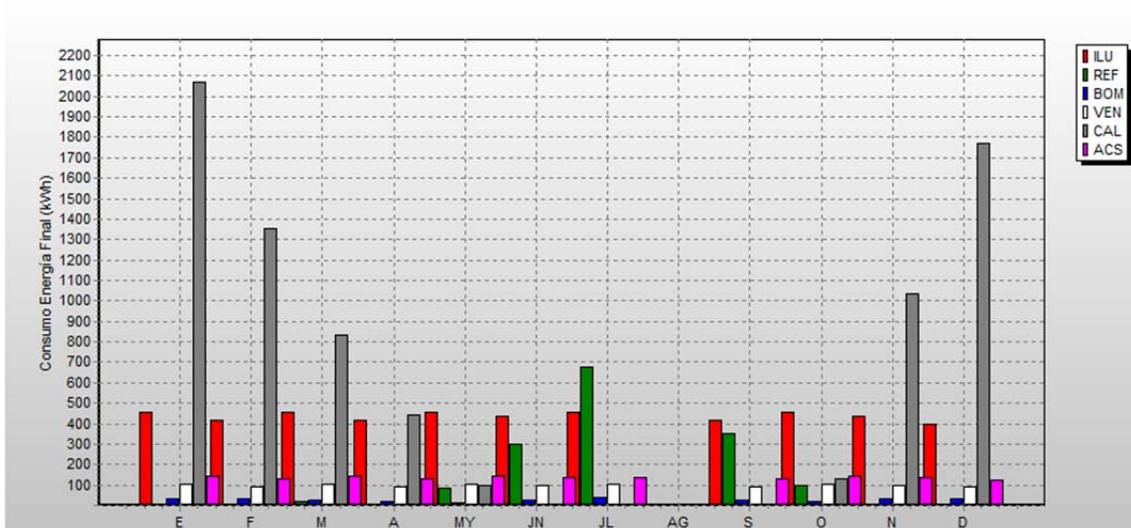


Figura 32. Distribución de los consumo de energía final para cada servicio y mes del año.

Consumo Energía Final (kWh)													
	E	F	M	A	MY	JN	JL	AG	S	O	N	D	TOTAL
Iluminación	456,7	415,2	456,7	415,2	456,7	436,0	456,7	0,0	415,2	456,7	436,0	394,4	4795,6
Refrigeración	2,2	2,7	21,0	6,6	85,8	301,4	678,7	0,0	350,0	95,8	6,4	0,2	1550,7
Bombas y Auxiliares	35,5	30,4	27,0	16,5	12,9	23,6	37,7	0,0	25,0	16,8	29,3	30,2	284,9
Ventiladores	102,1	92,8	102,1	92,8	102,1	97,5	102,1	0,0	92,8	102,1	97,5	88,2	1072,0
Calefacción	2071,0	1352,5	833,4	443,0	95,9	0,0	0,0	0,0	0,0	129,9	1037,1	1768,1	7730,9
ACS	143,2	129,9	142,6	129,9	141,2	133,9	139,3	8,9	127,9	141,3	136,1	125,5	1499,6
TOTAL	2810,7	2023,5	1582,8	1104,0	894,6	992,3	1414,5	8,9	1010,9	942,6	1742,3	2406,7	16933,7

Figura 33. Estimaciones de los consumos de energía final para cada servicio y mes del año.

Mediante la distribución anual de los consumos de energía final realizados durante cada mes se puede representar el funcionamiento del edificio durante este periodo.

Durante invierno, concretamente durante los meses desde octubre hasta abril, el sistema de climatización demanda calefacción para satisfacer a los distintos espacios. En este periodo, se sitúan los consumos energéticos máximos para satisfacer las demandas de calefacción en los meses de enero y diciembre. Durante algunos meses de transición entre períodos climáticos los espacios demandan calefacción y refrigeración, como se produce durante el mes de mayo o el mes de octubre. Por otro lado, durante el periodo entre junio y septiembre se produce el consumo energético destinado a refrigeración,

situándose los consumos máximos en el mes de julio y siendo nulo durante el mes de agosto debido a que corresponde con el periodo vacacional.

El consumo de energía asociado al servicio de iluminación se distribuye con una mayor uniformidad para los distintos meses del periodo, al tener mayor independencia de las distintas estaciones en comparación con la climatización, siendo el consumo de este servicio nulo en el mes de agosto, al considerarse periodo vacacional. De igual modo, para el servicio de Agua Caliente Sanitaria se produce una distribución de consumos a lo largo del año que no presenta diferencias significativas entre los consumos energéticos de los distintos meses del año. El servicio de Agua Caliente Sanitaria, únicamente presenta diferencias significativas respecto a los restantes meses del año durante el periodo vacacional, donde al no presentarse consumo de agua, su consumo energético es únicamente el producido debido a las pérdidas de calor en el acumulador.

7.2. Calificación energética

La calificación energética del edificio se establece en la escala A hasta la G.

La calificación energética se ha obtenido mediante el indicador resultante a partir del cociente entre las estimaciones de emisiones de dióxido de carbono del edificio objeto y el edificio de referencia.

Para las distintas instalaciones presentes en el edificio se han obtenido sus indicadores de manera independiente, correspondiéndole a la instalación de iluminación y Agua Caliente Sanitaria del inmueble, la calificación A, de modo, que se proyectan como las instalaciones más eficientes.

En cambio, para la instalación de climatización se ha establecido su calificación energética en C, situándose como la instalación menos eficiente de la edificación.

El indicador medio de las distintas instalaciones presentes en el inmueble se sitúa con la calificación energética de A, siendo esta la calificación para el inmueble.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS					
Indicadores		OBJ	REF	IND	CAL
Demanda Calefacción:	(kWh/m ²)	56,0	84,4	0,66	C
Demanda Refrigeración:	(kWh/m ²)	63,9	62,7	1,02	D
Climatización:	(Tn CO ₂ /m ²)	7,8	11,5	0,67	C
Agua Caliente Sanitaria:	(Tn CO ₂ /m ²)	2,1	17,3	0,12	A
Iluminación:	(Tn CO ₂ /m ²)	6,8	17,0	0,40	A
Total:	(Tn CO ₂ /m ²)	16,7	45,9	0,36	A

OBJ: Edificio objeto de calificación.
REF: Valores para el edificio de referencia para la comparación.
IND: Valor del indicador.
CAL: Letra asignada al indicador para su calificación.

Figura 34. Indicadores y calificación energética de las distintas demandas.

7.3. Conclusión final.

El desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster, se ha realizado combinando la formación previamente adquirida con la aplicación de los conceptos teóricos desarrollados durante las materias anteriores del curso.

Entre otras tareas, se ha analizado la contribución de energía solar térmica para satisfacer la demanda necesaria de Agua Caliente Sanitaria, mediante el método de cálculo de las curvas F-Chart, descrito durante la asignatura de instalaciones solar térmica.

Por otro lado, se ha simulado la instalación solar fotovoltaica para estimar su producción eléctrica, de acuerdo a la formación adquirida en respectiva asignatura de instalaciones solares fotovoltaicas.

Para realizar la justificación del cumplimiento de las exigencias del CTE-DB-HE0 y HE1, referentes a la limitación del consumo energético y demanda energética respectivamente, se ha aplicado la formación adquirida durante las asignaturas de Auditorías energéticas en edificios y Aplicaciones de la transmisión de calor.

Con la simulación de las instalaciones térmicas y eléctricas se ha comprobado la incidencia de emplear energía solar, obteniéndose ahorros de energía no

renovable y sus correspondientes reducciones en emisiones de gases contaminantes, además las mismas han podido ser cuantificadas de un modo estimativo.

Se ha comprobado durante el análisis del modelo la influencia de los distintos factores, ya sea de manera directa o indirecta, sobre el consumo energético durante el funcionamiento del edificio. Como estos parámetros con incidencia sobre el balance energético realizado sobre el edificio, pueden citarse: las infiltraciones, las cargas internas, el correcto dimensionamiento de las instalaciones de los distintos servicios o la envolvente térmica.



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INSTALACIONES TÉRMICAS Y
ELÉCTRICAS. EFICIENCIA ENERGÉTICA



ANEXO I. “Certificación Energética de un edificio dedicado a oficinas en el término municipal de Cuenca”.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Julio -2015

AUTOR: José Manuel González Hernández

DIRECTORES: Sergio Valero Verdú

Manuel Jesús Romero Rincón

ÍNDICE DEL DOCUMENTO

GENERALIDADES.

ETIQUETA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROYECTO.

ANEXO I. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO.

ANEXO II. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

ANEXO III. PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES.

ANEXO IV. CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES EXIGIDOS A LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.



GENERALIDADES.

El certificado de eficiencia energética es la documentación que suscribe un técnico competente en esta materia como resultado del proceso de certificación y que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética del edificio o de la parte del edificio.

Los certificados de eficiencia energética pueden ser, en función de si el edificio es de nueva construcción o existente:

Edificios o partes del edificio de nueva construcción:

- Certificados de eficiencia energética del proyecto.
- Certificados de eficiencia energética del edificio terminado.

La etiqueta de eficiencia energética clasifica los edificios, mediante dos indicadores, dentro de una escala de siete letras, que parte de la letra G (edificio menos eficiente) a la letra A (edificio más eficiente). Estos indicadores, que tomarán los valores del Certificado de Eficiencia Energética del Edificio, son:

- Consumo de energía primaria no renovable, expresado en kWh/m² año
- Emisiones de CO₂ expresado en KgCO₂ /m² año.

El propietario o promotor de un edificio, vivienda o local destinado a uso independiente o de titularidad jurídica independiente será el responsable de encargar el certificado de eficiencia energética del edificio, conservarlo y presentar este certificado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma para su registro.

El propietario deberá renovarlo obligatoriamente, cuando lo venda o alquile, ya que de acuerdo con el artículo único del Real Decreto 235/2013, es necesario mostrar al comprador o nuevo arrendatario potencial, así como entregar una copia al comprador o nuevo arrendatario, cuando se vendan o alquilen edificios o unidades de estos.

Por su parte, el órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, establecerá las condiciones específicas para proceder a su renovación o actualización.

El presente certificado de eficiencia energética de la edificación cumple con lo establecido en la normativa de aplicación de referencia, R.D. 235/2013.

Para la obtención de información detallada, ampliando la presente en este apartado puede consultar:

- 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.
- Respuestas a preguntas frecuentes sobre 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. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL PROYECTO

ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente
construcción / rehabilitación

Código Técnico de la Edificación (CTE)
RD 314/2006 y modificaciones.
RITE 2013: RD 1027/2007 y RD 238/2013

Referencia/s catastral/es

3154905WK7335C

Tipo de edificio

Edificio sector terciario, Oficinas

Dirección

Resinera, nº 22

Municipio

Cuenca

C.P.

16003

C. Autónoma

Castilla-La Mancha

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Consumo de energía
kW h / m² año

Emisiones
kg CO₂ / m² año

A más eficiente

70

17

B

C

D

E

F

G menos eficiente

REGISTRO

PRY/0000235009/07/2015

09/07/2025

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE



CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE PROYECTO

Nombre del edificio	Edificio Administrativo		
Dirección	Resinera, nº 22		
Municipio	Cuenca	Código Postal	16003
Provincia	Cuenca	Comunidad Autónoma	Castilla-La Mancha
Zona climática	D2	Año construcción	Fase de proyecto
Normativa vigente	Código Técnico de la Edificación (CTE) RD 314/2006 y modificaciones. RITE 2013: RD 1027/2007 y RD 238/2013		
Referencia/s catastral/es	3154905WK7335C		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="checkbox"/> Vivienda: No <input type="checkbox"/> Unifamiliar: No <input type="checkbox"/> Bloque: No <input type="checkbox"/> Bloque completo: No <input type="checkbox"/> Vivienda individual: No	<input type="checkbox"/> Terciario: Sí <input type="checkbox"/> Edificio completo: Sí <input type="checkbox"/> Local: No

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	José Manuel González Hernández	NIF	74378484-A
Razón social	Trabajo Fin de Máster	CIF	-
Domicilio	Avenida del Ferrocarril		
Municipio	Elche	Código Postal	03206
Provincia	Alicante	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	jose.gonzalez23@alu.umh.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniería Técnica Industrial, especialización Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	Calener GT Actualización 2013/04/11		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 9/07/15

Firma del técnico certificador:

Fdo. González Hernández, José Manuel

Se adjuntan los siguientes documentos:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Pruebas, comprobaciones e inspecciones.

Anexo IV. Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

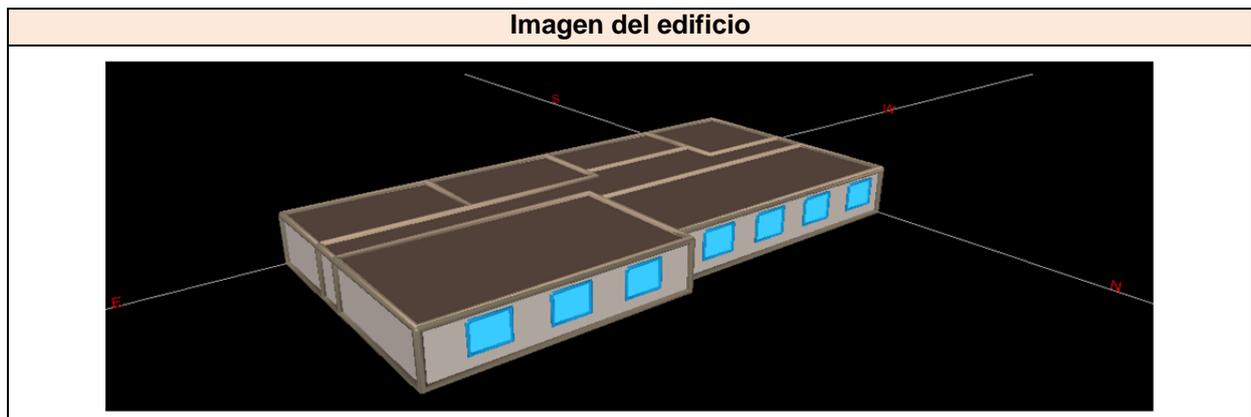
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO.

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	434
--	-----



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Cerramiento	Composición:	R _T (m ² K/W)	Modo de obtención
Cubierta plana	Plaqueta o baldosa cerámica 2cm Mortero de cemento 1cm XPS poliestireno extruido 0,034 W/m·K 7 cm Impermeabilización betún 0,003cm Mortero de cemento 1cm Hormigón en masa 2cm Forjado unidireccional hormigón 30cm Cámara de aire 20cm (plenum). Enlucido de yeso 1,5cm	2,58	De proyecto
Suelo	Plaqueta o baldosa cerámica 2cm Mortero de cemento 2cm EPS poliestireno expandido 0,037 W/m·K 6 cm Hormigón armado 20cm	1,76	De proyecto
Fachada	½ pie LM Mortero de cemento 1cm EPS poliestireno expandido 0,037 W/m·K 6 cm LH doble 7cm Enlucido de yeso 1,5cm	1,94	De proyecto

VENTANAS

Ventanas - Dimensiones y orientación

Como solución constructiva para la parte acristalada de los huecos se ha considerado el vidrio de doble hoja con la designación (hoja exterior/cámara de aire/hoja interior): 4/12/4, siendo su marco de PVC con tres cámaras. La ventana presenta un porcentaje de marco del 20 %. Siendo la clase de permeabilidad al aire de III.

El vidrio presenta una transmitancia de 2,8 W/m² K, un factor solar de 0,77. El factor de visible se ha establecido en 83 %, de acuerdo a la referencias de Calumen.

Nombre	Acristalamiento	Cerramiento	Área (m ²)	Orient.	Permeabilidad (m ³ /(h·m ²) 100Pa)
P01_E01_PE001_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E01_PE001	3,00	180,00	9,00
P01_E02_PE003_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E02_PE003	3,00	180,00	9,00
P01_E02_PE003_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E02_PE003	3,00	180,00	9,00
P01_E03_PE001_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E03_PE001	3,00	180,00	9,00
P01_E03_PE001_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E03_PE001	3,00	180,00	9,00
P01_E04_PE001_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E04_PE001	3,00	180,00	9,00
P01_E04_PE001_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E04_PE001	3,00	180,00	9,00
P01_E05_PE002_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E05_PE002	3,00	0,00	9,00
P01_E05_PE002_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E05_PE002	3,00	0,00	9,00
P01_E05_PE002_V3	VER_DC_4-12-4	P01_E05_PE002	3,00	0,00	9,00
P01_E06_PE004_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E06_PE004	3,00	0,00	9,00
P01_E06_PE004_V2	VER_DC_4-12-4	P01_E06_PE004	3,00	0,00	9,00
P01_E06_PE004_V3	VER_DC_4-12-4	P01_E06_PE004	3,00	0,00	9,00
P01_E06_PE004_V4	VER_DC_4-12-4	P01_E06_PE004	3,00	0,00	9,00
P01_E07_PE001_V1	VER_DC_4-12-4	P01_E07_PE001	1,92	-90,00	50,00

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Modo de obtención	Datos del fabricante
-------------------	----------------------

3.1. SUBSISTEMAS PRIMARIOS/ SECUNDARIOS

3.1.1. Bombas de circulación

Nombre	Tipo de control	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia nominal (kW)	Rendimiento global
B-AC-2	Velocidad constante	2.100	4,0	0,04	0,62
B-AC-3	Velocidad constante	3.800	4,0	0,07	0,62
B-AF-1	Velocidad constante	5.900	4,0	0,10	0,62
B-AF-2	Velocidad constante	2.100	4,0	0,04	0,62
B-AF-3	Velocidad constante	3.800	4,0	0,07	0,62
B-AC-1	Velocidad constante	5.900	4,0	0,10	0,62

3.1.2. Circuitos hidráulicos

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
CIRCUITO-ACS	Agua caliente sanitaria	Primario	Disp.	50,0	-
CIRCUITO-AF	Agua fría	Primario	Disp. demanda	-	7,0
CIRCUITO-AC	Agua caliente	Primario	Disp. demanda	45,0	-
CIR-AF-DESPACHO	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
CIR-AF-SALAS	Agua fría	Secundario	Disp. demanda	-	7,0
CIR-AC-DESPACHOS	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	45,0	-
CIR-AC-SALAS	Agua caliente	Secundario	Disp. demanda	45,0	-

3.1.3. Plantas Enfriadoras

Nombre	Tipo	Cap. N. Ref. (kW)	Cap. N. Cal. (kW)	EER Eléc.	COP	EER Térm.
PLANTA-ENFRIADORA-EAGLE	Compresor eléctrico	46,20	-	2,82	-	-

3.1.4. Calderas

Nombre	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal
CALDERA-VAILLANT	Gas Natural	28,00	0,91

3.1.5.Zonas - Especificaciones básicas

Nombre	Subsistema secundario	Unidad terminal	Fuente de calor
Z_P01_E03	AF-DESPACHO2	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E04	AF-DESPACHO3	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E05	AF-SALA2	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E06	AF-SALA1	Fan-coil	Agua caliente
Z_P01_E01	AF-DESPACHO1	Fan-coil	Agua caliente

3.1.6.Zonas - Caudales y potencias

Nombre	Caudal (m³/h)	Potencia frío (kW)	Potencia calor (kW)	Pot. Calef. aux. (kW)	Potencia vent. (kW)	EER	COP
Z_P01_E03	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-
Z_P01_E04	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-
Z_P01_E05	2.200	11,90	14,45	-	0,12	-	-
Z_P01_E06	1.200	10,34	18,78	-	0,22	-	-
Z_P01_E01	800	3,90	4,05	-	0,08	-	-

3.2. Generadores de A.C.S.

3.2.1. Propiedades Generales

Nombre	Tipo	Combustible	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal	Volumen depósito (l)
TERMO-ARISTON	Eléctrica	-	1,50	1,00	100,0

3.2.2.Panel Solar

Nombre	Panel Solar	Área (m²)	Porcentaje demanda cubierta (%)
TERMO-ARISTON	Sí	1,92	67

4. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

E_{total}	1492,1 kWh/año
Orientación (α)	0 °
Inclinación (β)	39 °
P_{pico}	1000 Wp
Captadores	4
P_{mp}	250 Wp/captador

4.1. Ventilación y carga interna

En la tabla siguiente se han incluido las cargas internas existentes durante el funcionamiento habitual del edificio. El caudal de ventilación establecido cumple con el RITE. De acuerdo con el IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación, le corresponde un IDA 2: oficinas, aire de buena calidad, luego los caudales estimados bajo los cuales se produce el funcionamiento son los siguientes:

Designación	Superficie (m ²)	Ventilación (m ³ /h-per)	Ocupación (persona)	Infiltra. (h ⁻¹)	Ocupación (m ² /per)	Q sensible (W/persona)	Q latente (W/persona)	Pinstilumi (W/m ²)	Q equipos (W/m ²)
Sala de trabajo 1	96	45	12	0,8	8	75	55	7,5	31,25
Sala de trabajo 2	112	45	12	0,8	9,33	75	55	7,5	26,79
Pasillo	78	45	0	0,8	0	75	55	1,5	0
Aseos	32	45	0	0,8	0	75	55	1,5	0
Despacho 1	36	45	3	0,8	12,00	75	55	7,5	20,83
Despacho 2	40	45	3	0,8	13,33	75	55	7,5	18,75
Despacho 3	40	45	3	0,8	13,33	75	55	7,5	18,75

5. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

El valor de eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI) se ha calculado conforme al CTE DB HE-3:

Descripción	VEEI _{OBJETO}	P (W/m ²)	Em (lux)	Superficie (m ²)	VEEI _{HE3:2006} Certificación	VEEI _{HE3 2013} LÍMITE
Sala de trabajo 1	1,5	7,5	500	96	3,5	3
Sala de trabajo 2	1,5	7,5	500	112	3,5	3
Distruidor	1,5	1,5	100	78	4,5	4
Despacho 1	1,5	7,5	500	36	3,5	3
Despacho 2	1,5	7,5	500	40	3,5	3
Despacho 3	1,5	7,5	500	40	3,5	3
Aseos	1,5	1,5	100	32	4,5	4

6. CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

El edificio presenta un horario de funcionamiento habitual de mañana de: 09:00 a 14:00 y de tarde: 16:00 a 19:00, durante los días laborales, es decir, de lunes a viernes. En fines de semana, sábados y domingo, no presenta actividad. El periodo de vacaciones corresponde al mes de Agosto. Las temperaturas de consigna de los espacios acondicionados son de 25 °C para verano, en modo refrigeración, y de 20 °C para invierno, en modo calefacción.

Se han considerado las condiciones de funcionamiento de las instalaciones, conforme a los horarios, ocupación y regímenes de funcionamiento habituales, tanto para las instalaciones térmicas como de iluminación de los distintos recintos.

Espacio	Superficie (m2)	Ocupación (personas)	Tipo de uso
Distribución	78	0	Actividad de intensidad media - 8 horas/día.
Despacho 1	36	3	
Despacho 2	40	3	
Despacho 3	40	3	
Sala de trabajo 1	96	12	
Sala de trabajo 2	112	12	
Aseo 1	16	0	
Aseo 2	16	0	
Total	434	33	

ANEXO II. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

Zona climática	D2	Uso	Edificio sector terciario, Oficinas.
----------------	----	-----	--------------------------------------

6.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR		INDICADORES PARCIALES	
		CLIMATIZACIÓN	ACS
		C	A
		<i>Emisiones climatización [kgCO₂/m²·año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m²·año]</i>
		7,8	2,1
		TOTALES	ILUMINACIÓN
A	A		
<i>Emisiones globales [kgCO₂/año]</i>	<i>Emisiones totales [kgCO₂/m²·año]</i>	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m²·año]</i>	
7252,1	16,7	6,8	

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

6.2. 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 global de calefacción [kWh/m²·año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m²·año]</i>
				56,0	63,9

6.3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		CONSUMOS ANUALES		
		CALEFACCIÓN	ACS	BOMBEO/AUX.
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/año]</i>	<i>Energía primaria bombeo [kWh/año]</i>
		7851,7	3702,4	703,4
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	VENTILADORES
		<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m²·año]</i>	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/año]</i>	<i>Energía primaria iluminación [kWh/año]</i>
70,4	3828,6	11839,7	2646,6	

ANEXO III. PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES.

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.

Se ha comprobado que los datos empleados para la modelización y posterior análisis energético del edificio se corresponde a la información presente en el proyecto de la edificación.

Las obras de construcción se realizarán con sujeción al presente documento, considerando las características técnicas de los distintos materiales de construcción y equipos recogidos en este documento. Para ello, el pliego de condiciones técnicas del proyecto deberá recoger las características con incidencia en el comportamiento energético del edificio.

Para la ejecución material de la envolvente térmica del edificio se considerará lo recogido en los apartados 6 y 7 del CTE-DB-HE1, referente a los productos de construcción, control y ejecución de las obras.

La ejecución material de las instalaciones térmicas presentes en el edificio se realizarán conforme a las respectivas instrucciones recogidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Cualquier desviación durante la ejecución material del edificio respecto del proyecto deberá ser documentada, con el fin, de que sea considerada durante la posterior certificación energética del edificio terminado.



ANEXO IV. CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS MEDIOAMBIENTALES EXIGIDOS A LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

EL cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas, será producido si las mismas están al corriente de sus exigencias de mantenimiento establecidas en la I.T.3 de Mantenimiento y Uso del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus posteriores modificaciones, siendo la última modificación mediante el Real Decreto 238/2013 de 5 de abril.

No procede la comprobación del cumplimiento de los requisitos medioambientales exigibles a las instalaciones térmicas de los edificios, al realizarse la calificación energética del inmueble en la fase de proyecto.

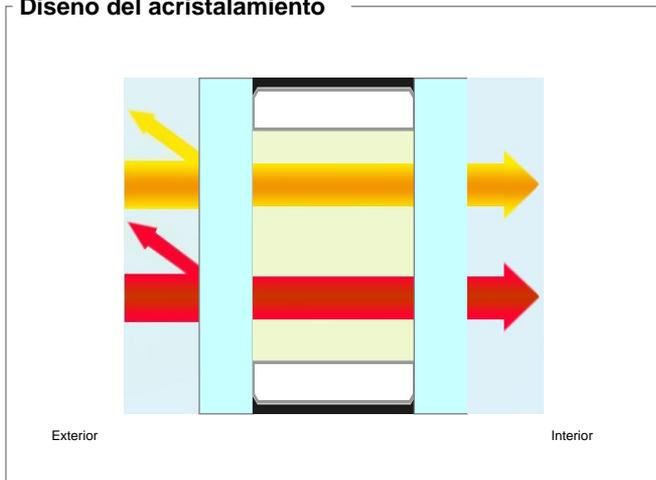




Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Diseño del acristalamiento



	Primera hoja	Segunda hoja
Gas		Aire 12,00mm
Capa		
Primera hoja	PLANILUX 4,00mm	PLANILUX 4,00mm
Capa		
Película		
Capa		
Segunda hoja		
Capa		

Tamaños de fabricación

Espesor nominal : : **20,0 mm**
Peso : : **20,0 kg/m²**

Factores luminosos (EN410-2011) : (D65 2°)

Transmitancia : **83 %**
Reflectancia exterior : **15 %**
Reflectancia interior : **15 %**

Factores energéticos (EN410-2011) :

Transmitancia : **73 %**
Reflectancia exterior : **13 %**
Reflectancia interior : **13 %**
Absorción A1 : **8 %**
Absorción A2 : **6 %**

Factor solar (EN410-2011) :

g : **0,77**
Coeficiente de sombra : **0,89**

Transmisión térmica (EN673-2011) - 0° Respecto a la posición vertical

Ug : **2,8 W/(m².K)**



Técnico

Móvil : 679-22-20-17

José Manuel González Hernández

jose.gonzalez23@alu.umh.com

CALUMEN II es un programa de cálculo de las principales prestaciones espectro-fotométricas y térmicas de los acristalamientos como pueden ser la transmisión luminosa (TL), el factor solar (g) y la transmitancia térmica (U). Los valores facilitados por CALUMEN II son a título indicativo y bajo reserva de modificación.

Estos valores están calculados según las normas EN 410-2011 y EN 673-2011 con las tolerancias definidas en EN 1096-4 o ISO9050-2003 no pueden ser utilizados como garantía del comportamiento de los acristalamientos en las condiciones finales de uso. 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. Saint-Gobain declina cualquier responsabilidad derivada del uso incorrecto de este programa. 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 computados con la norma NFRC-2010 son indicativos. Por favor use el software NFRC para valores certificados.

Los procedimientos de cálculo y los resultados de Calumen II han sido validados por TÜV Rheinland Quality / TNO quality – Report 11923R-11-33705



Sistema solar termosifón Smart

Un equipo Junkers para cada necesidad

150 litros: la opción más rentable en pequeños consumos

La opción más rentable en pequeños consumos viene de la mano del equipo termosifón Junkers de 150 litros: ligero, fácil de manejar, y equipado con un captador Smart FCB-2S, constituye la mejor opción en pequeños consumos.



Para tejado plano

Para tejado inclinado

Los equipos termosifón de 150 litros modelo TS150, están compuestos por:

- 1 Captador FCB-2S TSS
- 1 estructura de soporte realizada totalmente en aluminio.
- 1 depósito de 150 l. (con o sin brida de conexión para resistencia eléctrica).
- 1 caja de accesorios y tuberías de conexión (acero inoxidable).

Recomendamos el empleo de 20 litros de líquido anticongelante (1 unidad de WTF 20 S) en cada equipo termosifón.

200 litros: la máxima eficiencia en cualquier situación.

Los equipos termosifón de Junkers de 200 litros vienen equipados con el captador Smart FCC-2S, para que pueda disfrutar de toda la energía del sol con el mayor rendimiento, aún en las condiciones más difíciles.



Para tejado plano

Para tejado inclinado

Los equipos termosifón de 200 litros modelo TS200, están compuestos por:

- 1 Captador FCC-2S TSS
- 1 estructura de soporte realizada totalmente en aluminio.
- 1 depósito de 200 l. (con o sin brida de conexión para resistencia eléctrica).
- 1 caja de accesorios y tuberías de conexión (acero inoxidable).

Recomendamos el empleo de 20 litros de líquido anticongelante (1 unidad de WTF 20 S) en cada equipo termosifón.

300 litros: máximo confort en agua caliente

Si quiere disfrutar de la sensación de disponer de agua caliente solar sin restricciones, su elección es, sin duda, el equipo termosifón Junkers de 300 l. Equipado con dos captadores Smart FCB-2S y un depósito de 300 l., este equipo le permitirá disfrutar de los mayores caudales en el servicio de agua caliente.

Termosifones 300 litros



Para tejado plano

Para tejado inclinado

Los equipos termosifón de 300 litros modelo TS300, están compuestos por:

- 2 captadores FCB-2S TSS
- 2 estructuras de soporte realizadas totalmente en aluminio.
- 1 depósito de 300 l. (con o sin brida de conexión para resistencia eléctrica).
- 1 caja de accesorios y tuberías de conexión (acero inoxidable).

Recomendamos el empleo de 30 litros de líquido anticongelante (1 unidad de WTF 20 S y 1 unidad de 10 WTF 10S) en cada equipo termosifón.

La instalación más fácil que se adapta a cualquier tipo de tejado

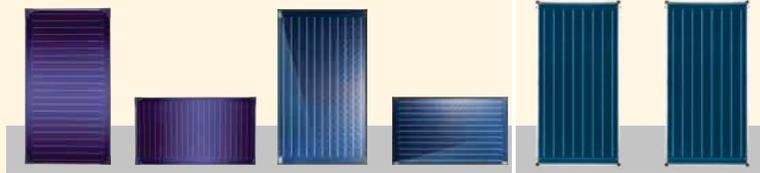
La gama de equipos termosifón Smart de Junkers se ha diseñado para conseguir un montaje sencillísimo con un gran rendimiento y excelente durabilidad.

- Equipos termosifón que se adaptan a sus necesidades, al presentar soluciones en 150, 200 y 300 litros, para cubierta plana e inclinada.
- Estructuras realizadas completamente en aluminio, que suponen un bajo peso del equipo, facilitando su transporte e instalación.
- Estructuras de cubierta plana con 35° de inclinación, que facilitan el montaje del equipo y favorecen la estética, pues ocultan parcialmente el depósito detrás del captador.
- Estructuras de cubierta inclinada, con posibilidad de inclinación entre 25° y 45°, que favorecen el montaje y la estética al permitir la instalación del depósito independiente del captador.
- Tuberías en acero inoxidable, que incorporan aislamiento en espuma elastomérica.
- Posibilidad de elegir equipos con o sin apoyo de resistencia eléctrica.
- Válvulas de seguridad de primario (2,5 bar) y secundario (10 bar) incorporadas en el equipo termosifón.



Datos Técnicos

Captadores solares



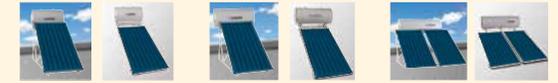
GAMA	TOP				SMART	
MODELO	FKT-1 S	FKT-1 W	FKC-2 S	FKC-2 W	FCC-2 S	FCB-2 S
Montaje	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical	vertical
Dimensiones: ancho x alto x fondo [mm]	1.145x2.070x90	2.070x1.145x90	1.175x2.017x87	2.017x1.175x87	1.032x2.026x67	1.032x2.026x67
Área total [m²]	2,37	2,37	2,37	2,37	2,09	2,09
Área de apertura [m²]	2,25	2,25	2,25	2,25	1,94	1,94
Área del absorbedor [m²]	2,23	2,23	2,18	2,18	1,92	1,92
Volumen del absorbedor [l]	1,42	1,76	0,94	1,35	0,8	0,8
Peso en vacío [kg.]	44	45	40	40	30	30
Presión trabajo máx. [bar]	10	10	6	6	6	6
Caudal nominal [l/h]	50	50	50	50	50	50
Carcasa	Fibra de vidrio				Aluminio	
Aislamiento	Lana mineral, de 55 mm de espesor				Lana mineral, 25 mm	
Absorbedor	Altamente selectivo				Altamente selectivo	
Recubrimiento absorbedor	PVD		PVD		PVD	
Circuito hidráulico	Doble serpentín		Parrilla de tubos		Parrilla de tubos	

Curva de rendimiento instantáneo según EN 12975-2 (basada en el área de apertura)						
Factor de eficiencia η_p	0,811	0,77	0,77	0,761	0,710	
Coef. pérdidas línea [W/m² K]	3,653	3,216	3,871	4,083	3,861	
Coef. pérdidas secundaria [W/m² K²]	0,0146	0,015	0,012	0,012	0,013	



Datos Técnicos

Sistemas compactos termosifón Smart



GAMA	150 l		200 l		300 l	
CAPTADOR	1 x FCB-2S		1 x FCC-2S		2 x FCB-2S	
DEPÓSITO	TS 150-1	TS 150-1 E	TS 200-1	TS 200-1 E	TS 300-1	TS 300-1 E
Tipo de sistema	Circuito indirecto					
Tipo de intercambiador	Doble envolvente (horizontal)					
Capacidad total [l.]	150		200		300	
Volumen acumulación circuito primario [l.]	13		13		20	
Volumen acumulación circuito secundario [l.]	145		195		280	
Presión máx. de trabajo circuito primario [bar]	2,5		2,5		2,5	
Presión máx. de trabajo circuito Secundario [bar]	10		10		10	
Diámetro [mm.]	580		580		580	
Longitud [mm.]	1120		1320		1850	
Peso vacío [kg.]	71		78		95	
Recubrimiento exterior	Acero galvanizado lacado					
Revestimiento interior	Doble esmaltado					
Tipo de aislamiento	Poliuretano, libre de CFC					
Espesor de aislamiento [mm.]	50		50		50	
Disposición de vaso de expansión	Interior					
Volumen vaso de expansión [l.]	3		3		3	
Protección catódica	Ánodo de magnesio					
Sin brida para conexión de resistencia eléctrica (conforme al CTE)	•		•		•	
Con brida para conexión de resistencia eléctrica		•		•		•

ESTRUCTURA DE SOPORTE						
Material	Aluminio					
Tipo de perfil	Angular					
Tipo de cubierta	Cubierta plana / Cubierta inclinada					

CIRCUITO HIDRÁULICO Y ACCESORIOS						
Material de las tuberías	Acero inoxidable					
Tipo de conexión entre captadores	Flexible, en acero inoxidable					
Previsión válvula seguridad primario [bar]	2,5					
Previsión válvula seguridad secundario [bar]	10					

OTRAS CARACTERÍSTICAS						
Peso lleno en funcionamiento [kg.]	290		340		510	
Distancia entre apoyos: alto x ancho [mm.]	880		880		785 + 785	
Medidas del equipo montado aprox.: alto x longitud x fondo [mm.] *	1.120 x 2.365 x 1.705		1.320 x 2.365 x 1.705		2.100 x 2.365 x 1.705	

* Tejado plano

Capacidad
50-65-80-100

TERMO ELÉCTRICO DE MEDIANA CAPACIDAD
INSTALACIÓN VERTICAL U HORIZONTAL (MODELOS DISTINTOS)
RESISTENCIA BLINDADA



- 5 AÑOS DE GARANTÍA DEL CALDERÍN
- CALDERÍN ESMALTADO AL TITANIO A 850°C
- MODELOS CON DIÁMETROS SUPER-REDUCIDOS (SLIM)
- REGULACIÓN PRECISA Y PERSONALIZABLE DE LA TEMPERATURA
- RESET FÁCIL E INMEDIATO
- ÁNODO DE MAGNESIO DE GRANDES DIMENSIONES
- VÁLVULA SEGURIDAD TESTADA A 8 BAR
- MÁXIMO CONFORT

*confort
y ahorro*

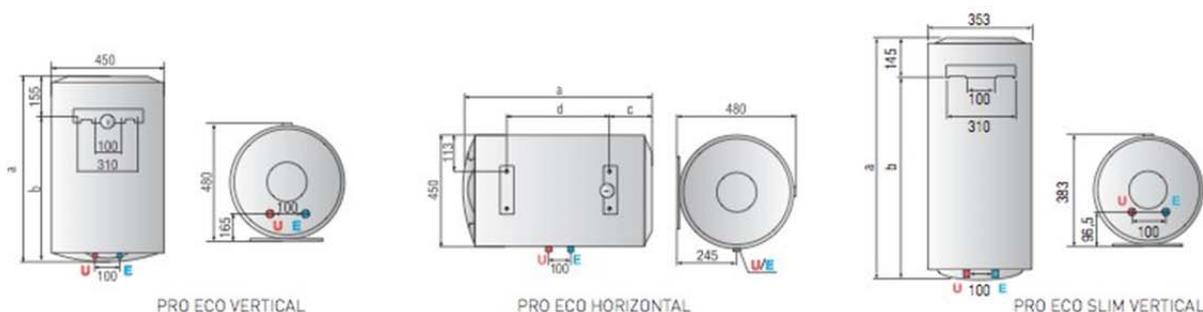
NOVEDAD



Datos técnicos - Dimensiones del producto

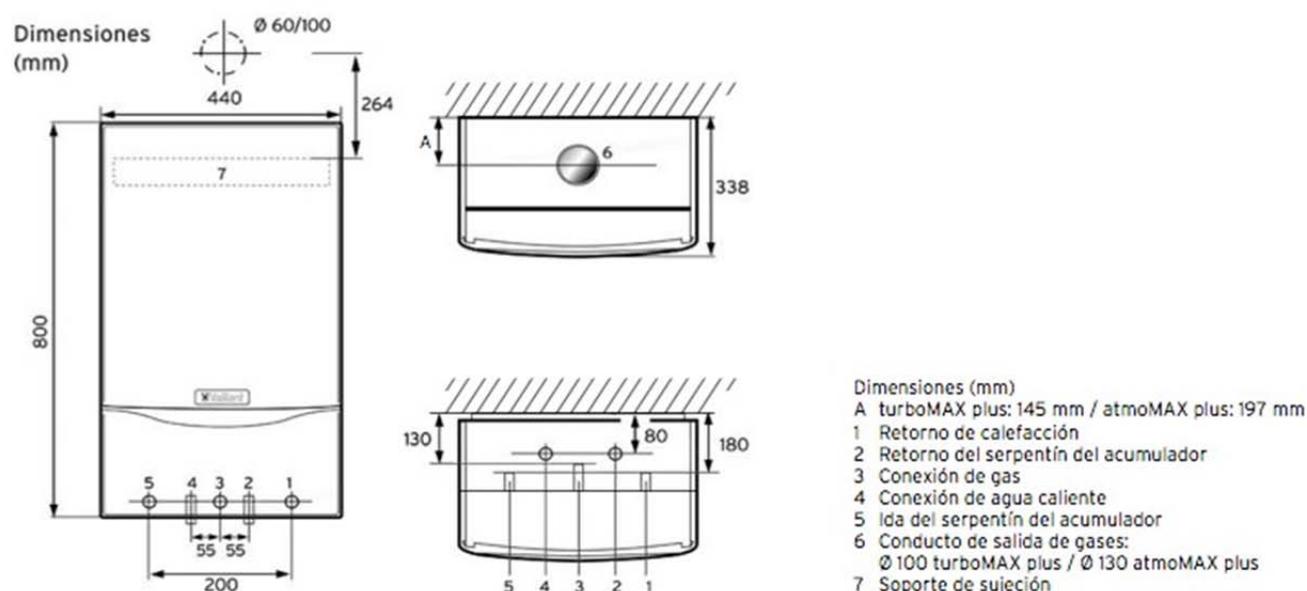
		PRO ECO 50 V	PRO ECO 80 V	PRO ECO 100 V	PRO ECO 80 H	PRO ECO 100 H	PRO ECO 50 V SLIM	PRO ECO 65 V SLIM		PRO ECO 50 V	PRO ECO 80 V	PRO ECO 100 V	PRO ECO 80 H	PRO ECO 100 H	PRO ECO 50 V SLIM	PRO ECO 65 V SLIM
Capacidad	l	50	80	100	80	100	50	65	Tubos ent./sal.	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Potencia	W	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.800	1.800	a mm	560	758	913	758	913	637	981
Voltaje	V	230	230	230	230	230	230	230	b mm	398	603	758	-	-	692	836
Tiempo calent. (ΔT=45°C)	h. min.	1,56	3,06	3,52	3,06	3,52	1,37	2,06	c mm	-	-	-	174	177	-	-
Temp. max. ejercicio	°C	80	80	80	80	80	80	80	d mm	-	-	-	335	487	-	-
Dispensión termica 65°C	kWh/24h	0,96	1,22	1,39	1,48	1,65	1,21	1,35								
Presión max. ejercicio	bar	8	8	8	8	8	8	8								
Peso neto	kg	16,5	22,0	25,5	22,0	25,5	16,5	19,5								
Índice protección	IP	IPX3	IPX3	IPX3	IPX1	IPX1	IPX3	IPX3								

Modelo	PRO ECO 50 V	PRO ECO 80 V	PRO ECO 100 V	PRO ECO 80 H	PRO ECO 100 H	PRO ECO 50 V SLIM	PRO ECO 65 V SLIM
Código	3200456	3200457	3200458	3200459	3200460	3700210	3700211



LEYENDA E Entrada agua fría. S Salida agua caliente.

MAX plus VM sólo calefacción



Caldera estanca homologada para salida concéntrica con accesorios Vaillant 60/100 y 80/125 y para salida excéntrica con accesorios Vaillant 80/80.

MAX plus VM sólo calefacción

Unidad	turboMAX plus		atmoMAX plus		
	VM ES 242-5	VM ES 282-5	VM ES 240-5	VM ES 280-5	
Calefacción/Acumulación					
Consumo calorífico nominal máximo	kW	26,7	31,1	26,7	31,1
Consumo calorífico nominal mínimo	kW	10,6	12,4	10,6	12,4
Margen de modulación de potencia	kW	8,9 - 24	10,4 - 28	9,1 - 24	10,7 - 28
Potencia nominal	kW	24	28	24	28
Rendimiento máximo	%	93	93	93	93
Rendimiento nominal	%	91	91	90	90
Rango de temperaturas de impulsión	°C	35 - 82	35 - 82	35 - 82	35 - 82
Cantidad nominal de agua (ΔT= 20 K)	l/h	1032	1203	1032	1203
Presión disponible para circuito primario	mbar	250	250	250	250
Volumen del vaso de expansión	l	6	10	6	10
Presión previa del vaso de expansión	bar	0,75	0,75	0,75	0,75
Presión máxima del circuito	bar	3	3	3	3
Conexiones de la caldera					
Ida y retorno de calefacción	mm Ø	22	22	22	22
Entrada y salida de agua san. (con machón)	R"	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4
Toma de gas	mm Ø	15	15	15	15
Salida de la válvula de seguridad	mm Ø	15	15	15	15
Dimensiones					
Altura	mm	800	800	800	800
Anchura	mm	440	440	440	440
Profundidad	mm	338	338	338	338
Peso, aprox.	kg	41	43	43	35
Conducto de evacuación					
Diámetro	mm	60/100	60/100	130	130
Distancia alcanzable	Vertical m	5,3	4,3	-	-
	Horizontal m	4,5 + 1 codo 90°	3,2 + 1 codo 90°	-	-
Conexión eléctrica					
Tensión/frecuencia de alimentación	V/Hz	220/50	220/50	220/50	220/50
Potencia absorbida	W	150	150	110	110
Tipo de protección eléctrica	IPx4D	IPx4D	IPx4D	IPx4D	IPx4D
Combustión					
Caudal de los PDC (Potencia mín./máx.)	g/s	17,8/16,1	21,4/18,9	20,0/21,1	20,6/21,7
Temperatura de los PDC (Potencia máx.)	°C	130	140	115	120
Homologación		CE-0063BL3068	CE-0063BL3068	CE-0085AU0462	CE-0085AU0462

CARACTERÍSTICAS Y DATOS NOMINALES

EAGLE.A simple circuito

MODELO		T.40	T.48	T.54	T.60	T.70	T.90	T.120	T.150	T.200	T.220	T.290
		P2-S	P2-S	P2-S	P3-S	P3-S						
Tamaño		U5	U5	U5	U6	U6	U7	U7	U8L	U8L	U8L	U9L
Potencia frigorífica (1)	kW	40,0	46,2	53,6	61,3	70,9	90,8	112,7	148,6	192,7	223,4	287,0
Compresor	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Potencia absorbida (1)	kW	13,8	16,4	19,3	20,6	24,3	30,7	39,1	50,5	63,4	78,3	95,3
Circuito de gas	n.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Presión sonora (2)	cB(A)	65,0	65,0	65,0	66,3	66,4	74,2	74,4	76,0	75,4	75,3	76,5

EAGLE.A doble circuito

MODELO		T.40	T.48	T.54	T.60	T.70	T.90	T.120	T.150	T.200	T.240	T.300	T.340	T.380	T.460	T.570
		P2-D	P2-D	P2-D	P4-D	P4-D	P4-D	P4-D	P6-D	P6-D						
Tamaño		U5	U5	U5	U6	U6	U7	U7	U8L	U8L	Y2	Y2	Y2	Y3	Y3	Y4
Potencia frigorífica (1)	kW	40,2	46,4	53,5	61,3	71,6	91,0	111,7	146,9	193,7	236,6	296,1	334,6	373,7	447,3	555,8
Compresor	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6
Potencia absorbida (1)	kW	13,8	16,4	19,3	20,6	24,3	30,8	39,0	50,4	63,5	76,0	100,1	117,2	127,4	154,6	195,3
Circuito de gas	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Presión sonora (2)	cB(A)	65,0	65,0	65,0	66,3	66,4	74,2	74,4	76,0	75,4	80,2	80,2	80,8	80,4	81,5	82,3

EAGLE.A.ELN simple circuito - supersilenciosas

MODELO		T.40	T.48	T.54	T.60	T.70	T.90	T.120	T.150	T.200	T.220	T.290
		P2-S	P2-S	P2-S	P3-S	P3-S						
Tamaño		U6	U6	U6	U6	U7	U8L	U8L	U9L	U9L	U9L	Y3
Potencia frigorífica (1)	kW	39,6	46,2	53,8	59,7	70,7	89,9	113,9	147,5	190,3	221,7	283,1
Compresor	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Potencia absorbida (1)	kW	14,0	16,5	18,9	21,4	24,8	31,2	39,1	50,7	64,7	77,6	97,4
Circuito de gas	n.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Presión sonora (2)	cB(A)	53,9	55,6	57,5	57,7	60,5	63,2	63,6	62,9	67,4	68,6	69,2

EAGLE.A.ELN doble circuito - supersilenciosas

MODELO		T.40	T.48	T.54	T.60	T.70	T.90	T.120	T.150	T.200	T.240	T.300	T.340	T.380
		P2-D	P2-D	P2-D	P4-D	P4-D	P4-D	P4-D						
Tamaño		U6	U6	U6	U6	U7	U8L	U8L	U9L	U9L	Y2	Y3	Y3	Y4
Potencia frigorífica (1)	kW	39,8	46,3	54,2	59,7	70,1	90,1	112,9	145,9	191,2	231,2	291,1	335,3	369,0
Compresor	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
Potencia absorbida (1)	kW	14,0	16,5	18,9	21,4	24,8	31,3	39,0	50,5	64,8	79,2	101,4	116,8	129,9
Circuito de gas	n.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Presión sonora (2)	cB(A)	53,9	55,6	57,5	57,7	60,5	63,2	63,6	62,9	67,4	67,8	69,5	70,7	69,6

(1) Temperatura de agua refrigerada 12/7°C; aire exterior: 35°C

(2) Presión sonora a 1m en campo libre según la norma ISO3744

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA: Tamaño U5 / U6 : 400.3.50+N

Tamaño U7 / U8L / U9L / Y2 / Y3 / Y4 : 400.3.50

FAN COILS

FAN COILS CONDUCTOS (VERTICAL Y HORIZONTAL)



UNIDADES DE SUELO/TECHO SIN ENVOLVENTE 2 TUBOS / 4 TUBOS			FWM01	FWM02	FWM03	FWM04	FWM06	FWM08	FWM10
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	1,54	2,09	2,93	4,33	4,77	6,71	8,01
	Sensible	kW	1,20	1,51	2,11	3,15	3,65	4,91	5,96
	Calefacción	kW	2,14	2,57	3,81	5,63	6,36	7,83	10,03
Consumo Total (A)		W	37	53	56	98	98	182	244
Caudal de aire (A/B)		m ³ /h	319/178	344/211	442/241	706/361	785/470	1.011/570	1.393/642
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	224/584/535	224/584/535	224/794/535	224/1.004/535	224/1.004/535	249/1.214/535	249/1.214/535
Peso		kg	14,1	15,1	18,8	22,9	23,4	31,75	31,75
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	45/33	50/38	47/33	52/35	56/43	61/47	66/49

UNIDADES DE TECHO SIN ENVOLVENTE (30 PA DE PRESIÓN DISPONIBLE) 2 TUBOS			FWB02JT	FWB03JT	FWB04JT	FWB05JT	FWB06JT	FWB07JT	FWB08JT	FWB09JT	FWB10JT	FWB11JT
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	1,64	2,67	2,99	3,34	4,81	5,31	6,16	7,26	8,49	8,99
	Sensible	kW	0,94	1,88	1,95	2,07	3,40	4,15	4,39	5,06	6,37	6,41
	Calefacción	kW	2,16	3,62	3,97	4,11	6,30	7,47	8,09	9,64	11,57	11,71
Consumo Total (A)		W	34	53	57	54	86	121	117	134	164	166
Presión estática disponible (A)		Pa	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Caudal de aire (A/B)		m ³ /h	262/187	428/304	431/248	428/255	757/476	945/628	950/633	1066/733	1463/946	1341/1093
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	251/814/590	251/984/590	251/1.114/590	251/1.114	251/1.314/590	251/1.564/590	251/1.564/590	251/1.664/590	251/1.924/590	251/1.924/590
Peso (en funcionamiento)		kg	20	23	28	32,5	33	44	48	52	50	56
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	35,5/31	40/35	37/32	38/32,5	40/35,5	40/36	39,5/36	43/39	43,5/39	44/39,5

UNIDADES DE TECHO SIN ENVOLVENTE (30 PA DE PRESIÓN DISPONIBLE) 4 TUBOS			FWB02JF	FWB03JF	FWB04JF	FWB06JF	FWB07JF	FWB08JF	FWB10JF
Capacidad Refrig. (4 tubos) (A)	Total	kW	1,67	2,67	3,03	4,88	5,33	6,53	8,21
	Sensible	kW	0,97	1,83	1,93	3,41	4,01	4,91	6,28
	Calefacción	kW	2,49	3,92	4,43	6,70	8,16	9,56	11,68
Consumo Total (A)		W	34	51	54	84	117	137	163
Presión estática disponible (A)		Pa	30	30	30	30	30	30	30
Caudal de aire (A/B)		m ³ /h	220/184	424/301	437/251	747/489	898/599	1.112/777	1.385/916
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	251/814/590	251/984/590	251/1.114/590	251/1.314/590	254/1.574/590	251/1.664/590	251/1.924/590
Peso (en funcionamiento)		kg	22	27	31	36	48	52	56
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	35/31	40/35	38/32,5	40/35,5	39,5/36	43/39	44/39,5

Nota: Los datos de los Fan-coils FWB-J están referidos con una presión estática disponible de 30 Pa.

UNIDADES DE TECHO SIN ENVOLVENTE CON PRESIÓN DISPONIBLE			FWB02AT	FWB03AT	FWB04AT	FWB05AT	FWB06AT	FWB07AT	FWB08AT	FWB09AT	FWB10AT
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	2,61	3,14	3,49	5,08	5,45	6,47	7,57	8,67	10,34
	Sensible	kW	1,88	2,16	2,34	3,6	3,87	4,4	5,23	5,96	6,9
	Calefacción	kW	5,47	6,01	6,47	10,31	11,39	12,28	15,05	16,85	18,78
Consumo Total (A)		W	106	106	106	192	192	192	294	294	294
Presión estática disponible (A)		Pa	71	71	71	65	65	65	59	59	59
Caudal de aire (A/B)		m ³ /h	400/180	400/180	400/180	800/300	800/300	800/300	1200/600	1200/600	1200/600
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	239/1.039/609	239/1.039/609	239/1.039/609	239/1.389/609	239/1.389/609	239/1.389/609	239/1.739/609	239/1.739/609	239/1.739/609
Peso (en funcionamiento)		kg	24,0	26,0	28,0	33,0	35,0	38,0	45,0	48,0	52,0
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	58/36	58/36	58/36	60/37	60/37	60/37	69/53	69/53	69/53

UNID. DE TECHO SIN ENVOLVENTE CON PRESIÓN DISPONIBLE (TIPO APARTAMENTO) 2 TUBOS / 4 TUBOS			FWD04	FWD06	FWD08	FWD10	FWD12	FWD16	FWD18
Capacidad Refrig. (2 tubos) (A)	Total	kW	3,90	6,20	7,80	8,82	11,90	16,40	18,30
	Sensible	kW	3,08	4,65	6,52	7,16	9,36	12,8	14,10
	Calefacción	kW	4,05	7,71	9,43	10,79	14,45	19,81	21,92
Consumo Total (A)		W	177	274	315	325	530	991	1.001
Presión estática disponible		Pa	66	58	68	64	97	145	134
Caudal de aire (Alto)			800	1.250	1.600	1.600	2.200	3.000	3.000
Dimensiones	(AlxAnxF)	mm	280/754/558	280/964/558	280/1.174/558	280/1.174/558	353/1.174/718	353/1.384/718	353/1.384/718
Peso		kg	33,0	41,0	47,0	49,0	65,0	77,0	88,0
Nivel potencia sonora (A/B)		dBA	66/54	69/60,3	72/62	72/62	74/60	78/69,4	78/69,4

NOTA

Condiciones para el cálculo de capacidades:

- Refrigeración: Temperatura interior: 27°CBS / 19°CDB; Temperatura de agua entrada / salida: 7°C / 12°C.
- Calefacción: Temperatura interior: 20°CBS; Temperatura de agua de entrada: 60°CBS.
- Velocidad alta ventilador.



ANEXO III. FICHAS CATASTRALES Y GEOMETRÍA



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



Sede Electrónica del Catastro

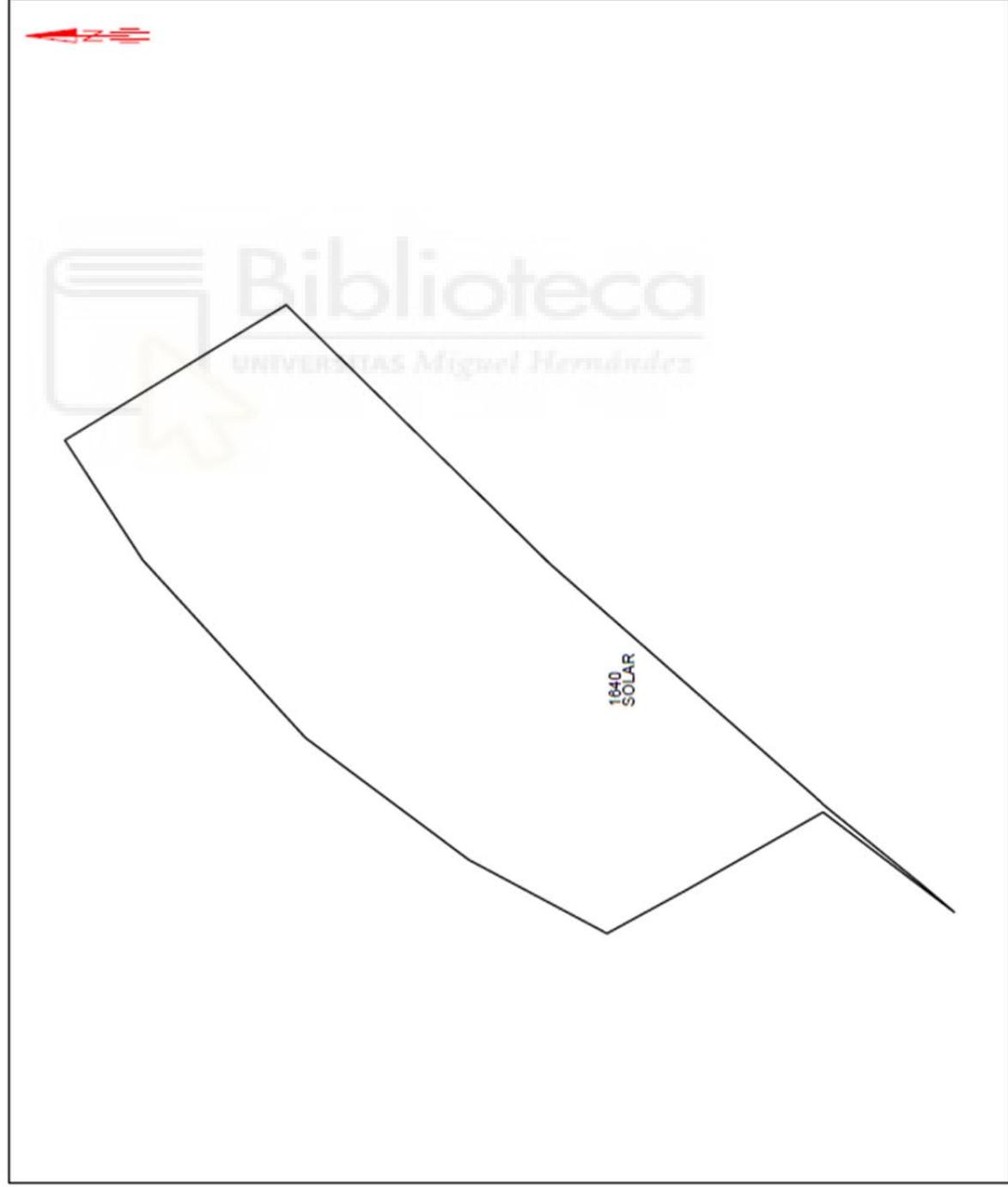
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CROQUIS CATASTRAL

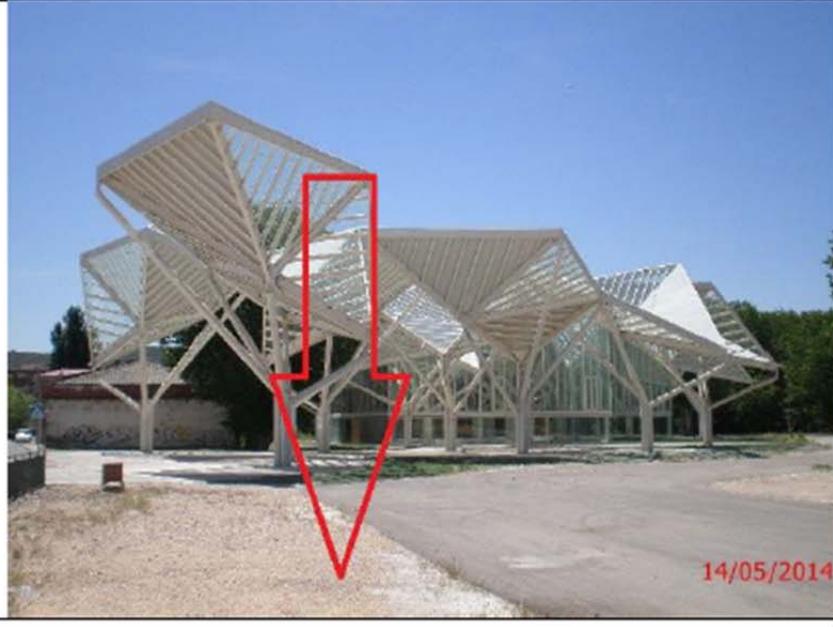
PARCELA CATASTRAL 3154905WK7335C

CL RESINERA, 0022. CUENCA [Cuenca]

28 de junio de 2015 17:30



SUPERFICIE PARCELA :	1.640 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Sobre Rasante :	0 m ²
Bajo Rasante :	0 m ²
TOTAL :	0 m ²





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



Sede Electrónica del Catastro

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

3154905WK7335C00010A

DATOS DEL INMUEBLE

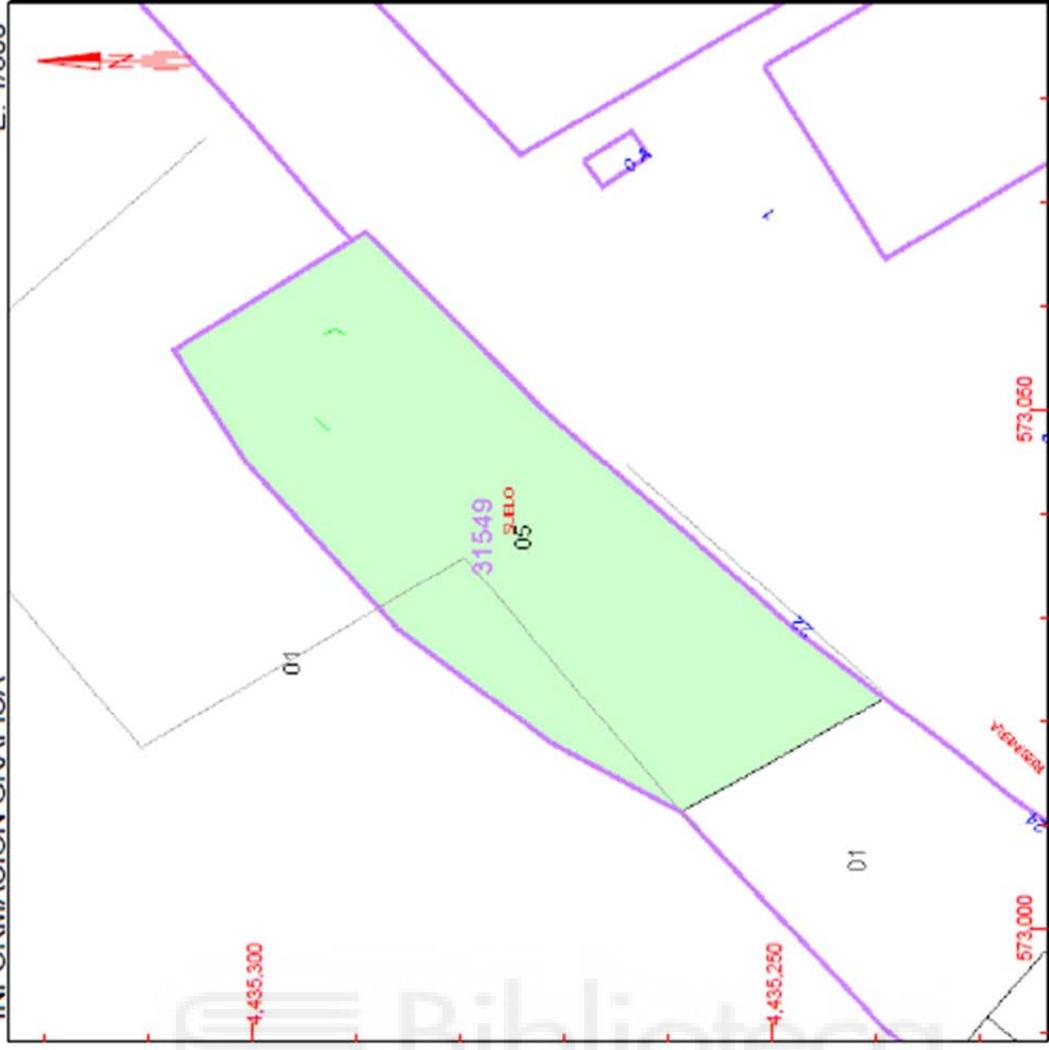
LOCALIZACIÓN	CL RESINERA 22 Suelo
	16003 CUENCA [CUENCA]
USO LOCAL PRINCIPAL	Suelo sin edif.
	AÑO CONSTRUCCIÓN
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	100,000000
	SUPERFICIE CONSTRUIDA [m ²]
	--

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN	CL RESINERA 22
	CUENCA [CUENCA]
SUPERFICIE CONSTRUIDA [m ²]	--
SUPERFICIE SUELO [m ²]	1.640
TIPO DE FINCA	Suelo sin edificar

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/800

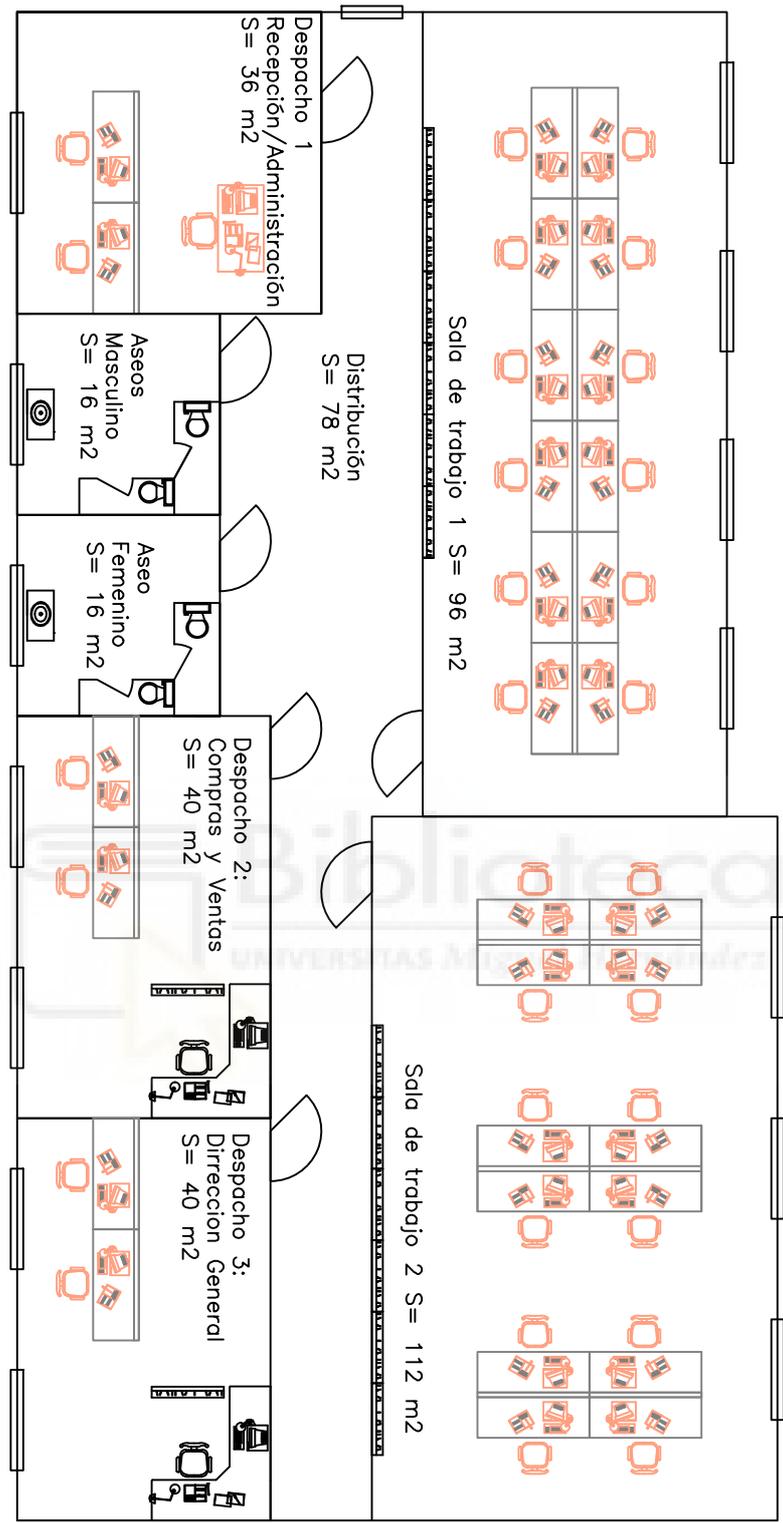


Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

573.050 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobilario y obras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Domingo, 28 de Junio de 2015



NORTE



MÁSTER EN INSTALACIONES
TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS EN
EDIFICIOS. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
TRABAJO FIN DE MÁSTER. CURSO 2014/2015
SEGUNDO SEMESTRE

Escala:
1/150

Nº de plano: 1

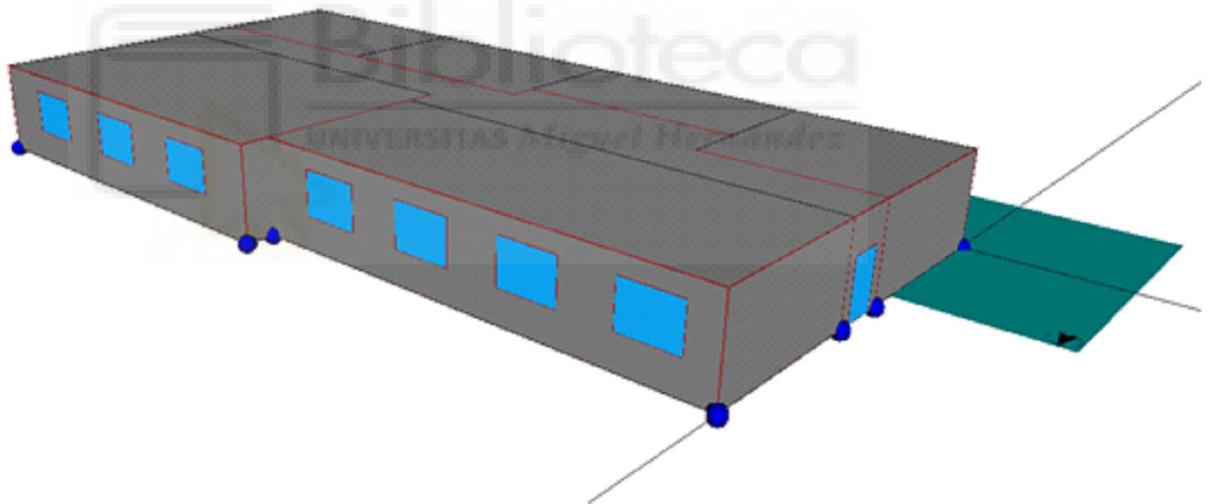
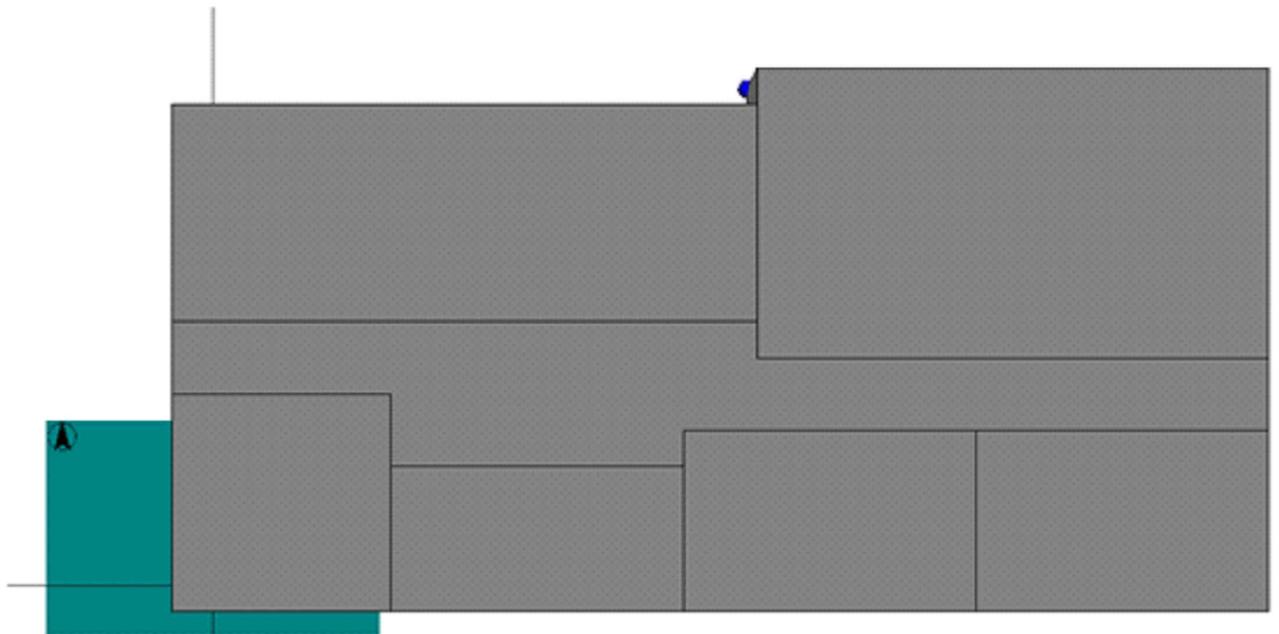
Municipio: CUENCA

Trabajo:
Análisis energético de un edificio de oficinas y
de sus instalaciones en Cuenca, utilizando la
herramienta Calener GT.

Director:
VALERO VERDÚ, SERGIO

Realizado:
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, JOSÉ MANUEL

Descripción:
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL EDIFICIO.



MÁSTER EN INSTALACIONES
TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS EN
EDIFICIOS. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
TRABAJO FIN DE MÁSTER. CURSO 2014/2015
SEGUNDO SEMESTRE

Escala:
SE

Nº de plano: **2**

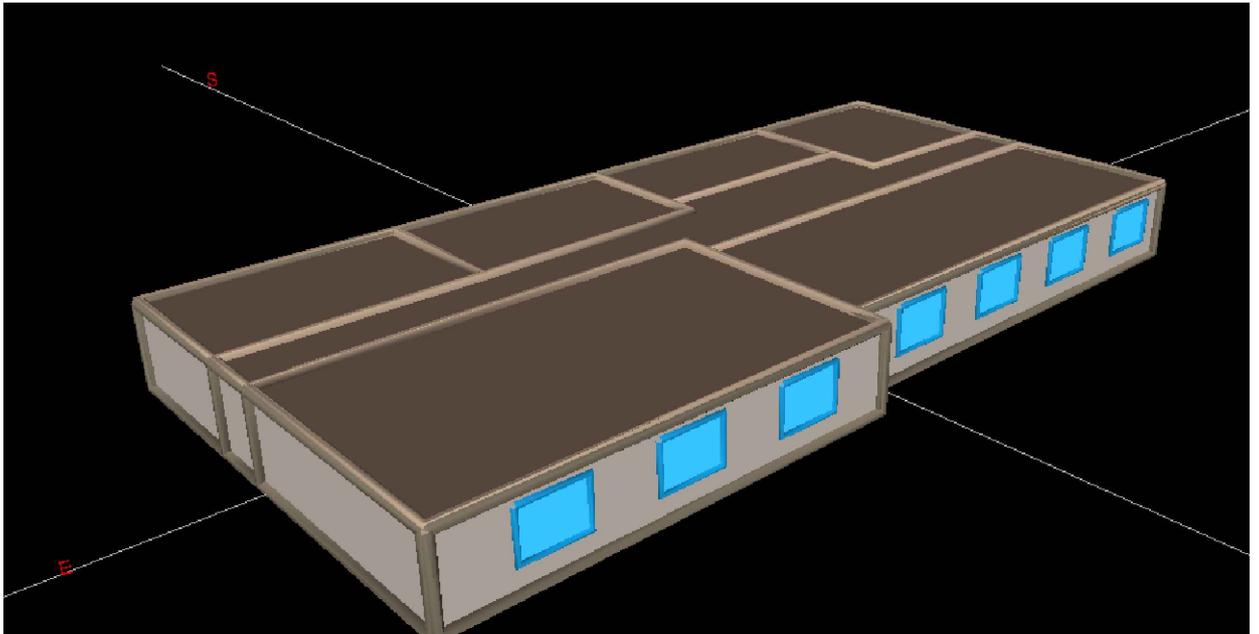
Municipio: **CUENCA**

Director:
VALERO VERDÚ, SERGIO

Trabajo:
**Análisis energético de un edificio de oficinas y
de sus instalaciones en Cuenca, utilizando la
herramienta Calener GT.**

Realizado:
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, JOSÉ MANUEL

Descripción:
GEOMETRÍA DEL EDIFICIO EN HU LIDER-CALENER



MÁSTER EN INSTALACIONES
TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS EN
EDIFICIOS. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE
TRABAJO FIN DE MÁSTER. CURSO 2014/2015
SEGUNDO SEMESTRE

Escala:
SE

Nº de plano: **3**

Municipio: **CUENCA**

Trabajo:

Análisis energético de un edificio de oficinas y
de sus instalaciones en Cuenca, utilizando la
herramienta Calener GT.

Director:
VALERO VERDÚ, SERGIO

Realizado:
GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, JOSÉ MANUEL

Descripción:
GEOMETRÍA DEL EDIFICIO EN CALENER GT