
Estudio, Mejora y Análisis Energético de una vivienda Unifamiliar en Aiello de Rugat (Valencia)

AUTOR:

JUAN NAVARRO NUÑEZ

TUTOR ACADÉMICO:

Amadeo Pascual Galán [Física aplicada]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

El objetivo principal del presente proyecto es analizar el consumo energético de una vivienda unifamiliar y proponer las medidas necesarias para reducir la demanda, el consumo y las emisiones de CO₂ que puede llegar a producir dicha vivienda. Para ello se han propuesto medidas dirigidas a equipos de instalaciones, tales como la modificación en sistemas de calefacción y sistemas ACS, así como modificaciones en la envolvente, ya sea con la adición de aislamiento térmico o sustitución de la carpintería, a fin de mejorar la eficiencia energética, y por consiguiente contribuir así a la lucha del cambio climático.

Se trata de una vivienda unifamiliar entre medianeras, construida en el año 1930, situada en el municipio de Aiello de Rugat, en la provincia de Valencia. Su estudio energético se ha realizado utilizando la herramienta informática CE3X, mediante la cual se han propuesto las medidas necesarias para optimizar el consumo energético y así obtener una buena calificación teniendo en cuenta su viabilidad económica.

Palabras clave: eficiencia energética, CE³X, viabilidad económica, consumo de energía, mejoras, demanda, aislamiento térmico.

Abstract

The aim of this Project is to analyze the energetic intake of an unifamiliar house, and propose the appropriate changes to reduce the demand, intake and emissions of CO₂ that the house could produce.

Different measures have been proposed to instalation equipments, such as heat system and hot water system modification, and modifications on the surrounding with carpentry sustitution or thermal insulation with the objective of improve the energetic efficiency and help the fight against global warming.

Its a house between medians, built in 1930 in Aiolo de Rugat, Valencia. The energetic study has been done using the CE³X informatic tool considering the economic viability in every improvements.

Key words: energetic efficiency, CE³X, economic viability, energetic intake, improvements, demand, termal insulation.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mis compañeros, tanto de la universidad como del colegio, por haberme apoyado y dado ánimos durante el tiempo empleado en el TFG.

También a mi familia ya que me han aguantado en mis momentos de desesperación.

Y por supuesto agradecer todo el trabajo que ha realizado mi tutor, ya que siempre que lo he necesitado me ha ayudado ya sea por e-mail o en persona.

Gracias.

Acrónimos utilizados

ACS: Agua Caliente Sanitaria

CAD: Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

CE³X: Programa para la obtención de la Certificación

CTE: Código Técnico de la Edificación

DB-HE: Documento Básico de Ahorro de Energía

Energética

ENH: Espacio No Habitable

GLP: Gas Licuado del Petróleo

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

IVE: Instituto Valenciano de la Edificación

RD: Real Decreto

TFG: Trabajo final de grado

UE: Unión Europea

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 2 |
| Agradecimientos..... | 3 |
| Acrónimos utilizados | 4 |
| Índice | 5 |
| Capítulo 1. Introducción | 8 |
| 1 La eficiencia energética | 8 |
| 2 Tipos de energía | 9 |
| 3 Normativa..... | 1 |
| 4 Objetivo | 2 |
| Capítulo 2. Análisis actual de la vivienda..... | 3 |
| 5 Memoria descriptiva..... | 3 |
| 5.1 Antecedentes y emplazamiento..... | 3 |
| 5.2 Descripción del edificio..... | 5 |
| 5.3 Cuadro de superficies | 7 |
| 5.4 Orientación del edificio | 8 |
| 6 Memoria constructiva | 9 |
| Capítulo 3. Análisis de la vivienda | 15 |

| | | |
|--|--|----|
| 7 | Introducción del programa CE ³ X..... | 15 |
| 8 | Calificación energética actual..... | 16 |
| 9 | Limitación del consumo energético..... | 17 |
| 10 | Limitación de la demanda energética | 19 |
| 11 | Análisis térmico de la envolvente..... | 20 |
| 11.1 | Cerramientos verticales..... | 22 |
| 11.2 | Cubiertas..... | 29 |
| 11.3 | Particiones interiores..... | 32 |
| 11.4 | Carpinterías..... | 34 |
| 11.5 | Transmitancias y pérdidas térmicas | 36 |
| 12 | Estudio de consumos..... | 38 |
| Capítulo 4. Propuestas de mejora | | 41 |
| 13 | Muros y elementos en contacto con el terreno | 41 |
| 14 | Cubiertas y suelos en contacto con el aire | 49 |
| 15 | Particiones interiores..... | 53 |
| 16 | Huecos y lucernarios..... | 55 |
| 17 | Transmitancias y pérdidas térmicas con las mejoras propuestas..... | 58 |
| 18 | Demanda de agua caliente sanitaria (ACS)..... | 62 |
| 19 | Demanda de calefacción | 68 |
| 20 | Demanda de refrigeración..... | 74 |
| 21 | Resumen de la demanda energética | 75 |

| | | |
|---|------------------------------|-----|
| 22 | Tipo de instalación..... | 77 |
| 23 | ACS..... | 77 |
| 23.1 | Captadores solares | 77 |
| 23.2 | ACS + Calefacción..... | 82 |
| 24 | Calefacción..... | 88 |
| 25 | Iluminación | 95 |
| Capítulo 5. Calificación energética final | | 100 |
| Capítulo 6. Presupuesto de las soluciones | | 102 |
| 26 | Envolvente térmica..... | 102 |
| 27 | Instalaciones | 109 |
| Capítulo 7. Conclusiones | | 110 |
| Capítulo 8. Referencias Bibliográficas | | 112 |
| Capítulo 9. Índice de Figuras | | 115 |
| 28 | Figuras..... | 115 |
| 29 | Tablas..... | 117 |
| Anexos | | 120 |
| 30 | Certificado energético | 120 |
| 31 | Planos | 120 |
| 32 | Catálogos | 120 |

Capítulo 1. Introducción

1 La eficiencia energética

La Eficiencia Energética consiste en la reducción del consumo de energía, manteniendo idénticos los servicios energéticos, sin la disminución del confort ni de la calidad de vida, asegurando el abastecimiento, la protección del medio ambiente y fomentando la sostenibilidad. No solo se aplica a la energía eléctrica, también a todas las fuentes de energía conocidas (gasoil, gas, vapor, etc.).

Consiste además en saber emplear y administrar los recursos energéticos eficazmente, lo que implica el desarrollo de procesos de gestión de energía.

Algunas de sus muchas ventajas son:

- Consume menos energía por unidad producida, generando menos costes de producción.
- Cumple las exigencias medio ambientales.
- Mejora la competitividad global.
- Aumenta la capacidad de generación disponible, permitiendo así la utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos.
- Disminución del desperdicio de energía.
- Menor contaminación.

Hoy en día, en cualquier empresa que se precie, la eficiencia energética en la producción es una obligación social y medioambiental.

2 Tipos de energía

Existen dos tipos de energía: la energía renovable y la no renovable.

a) Las energías renovables

Son aquellas cuya fuente es natural, se tratan de recursos limpios y casi inagotables, bien por la gran cantidad de energía que contienen o por su regeneración natural. Pese a su uso prolongado, no llegan a extinguirse.

Dicho con otras palabras, son aquellas cuya regeneración es más rápida que su consumo.

Las energías renovables, además, gracias a su carácter autóctono, contribuyen a disminuir la dependencia de nuestro país de los suministros externos, y además aminoran el riesgo de un abastecimiento poco diversificado y favorecen el desarrollo tecnológico y la formación de empleo.

Algunas de ellas son

- Energía eólica
- Energía solar térmica
- Energía fotovoltaica
- Energía hidroeléctrica
- Geotermia
- Energía termoeléctrica
- Energía mareomotriz
- Biomasa
- Biocarburantes

b) Las energías no renovables

Son aquellas energías que se encuentran de forma limitada en el planeta y que se consumen a mayor velocidad que se regeneran.

Una vez agotadas no se pueden regenerar o es muy costoso. Son fuentes cuya energía proviene de la constitución de la materia.

Algunas de ellas son:

- Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural)
- La energía nuclear (fisión y fusión nuclear)

3 Normativa

DB-HE Ahorro de energía

- HE 0 Limitación del consumo energético
- HE 1 Limitación de la demanda energética
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Real Decreto 233/2013, de 5 de abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016.

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, el cual deroga el RD 47/2007 y transpone la Directiva 2010/31/UE de manera parcial.

Ley 8/2013, del 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbana.

Decreto 43/2011

Directiva 2012/27/UE

4 Objetivo

El objetivo de este estudio es buscar una de serie de mejoras que hagan que la vivienda sea más eficiente energéticamente siempre y cuando sea viable económicamente. Para ello estudiaremos su envolvente y sus instalaciones con el objetivo de obtener las menores pérdidas térmicas posibles y producir la menor cantidad de emisiones de CO₂ posibles. Es decir, hay que encontrar el equilibrio entre eficiencia y economía ya que en el hipotético caso de poder mejorarla hasta el punto de ser perfecta energéticamente, su coste sería indispensable.

Se trata de una vivienda muy antigua situada en un pequeño pueblo de Valencia llamado *Aiolo de Rugat* y su año de construcción data en 1930. Por tanto, al ser una vivienda muy antigua, habrá que estudiar detenidamente dichas mejoras para obtener una buena calificación energética.

Capítulo 2. Análisis actual de la vivienda

En este apartado se va a describir la vivienda en su estado actual.

5 Memoria descriptiva

5.1 Antecedentes y emplazamiento

La vivienda del presente estudio es una vivienda unifamiliar, la cual está emplazada en el número 20 de la calle de L'Esglesia en la población de Aielo de Rugat (Valencia), cuya referencia catastral es 0572811YJ3007B0001ZK.

Aielo de Rugat es un pequeño pueblo situado en la parte oriental de *La Vall d'Albaida* a 267 metros sobre el nivel del mar. Ocupa una superficie de 7.80 km² y tiene censados 204 habitantes.



Figura 1. Situación Aielo de Rugat en Google Maps

Respecto a su economía, es un lugar el cual destaca por la abundancia de huertos en los que se cultivan viñas, olivos, algarrobos, almendros, naranjas... y una gran variedad de hortalizas.



Figura 2 Agricultura de la zona. Google

En cuanto al clima es muy parecido al de Valencia: La temperatura media anual es de 16.7 °C siendo Agosto el mes más caluroso con 25.5°C y Enero el más frío con 9.8°C y La precipitación media anual es de 487 mm al año siendo Julio el mes más seco con 9mm Octubre el que tiene más precipitaciones con 79mm.

En el siguiente gráfico se puede apreciar las temperaturas medias de cada mes señaladas mediante la línea roja y en las barras azules las precipitaciones medias mensuales.

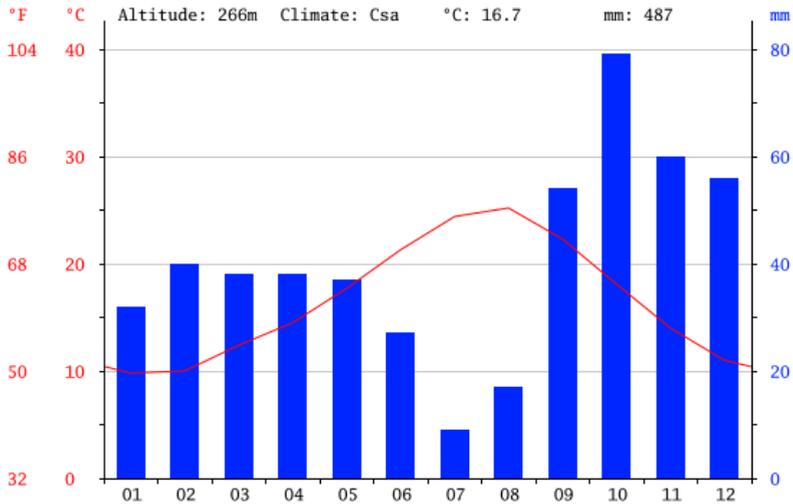


Figura 3. Climograma Aiello de Rugat. Web climate-data

5.2 Descripción del edificio

Es una vivienda la cual fue construida en el año 1930 y a la que se le hizo una reforma mínima en las 3 plantas en el año 1960. Está situada entre medianeras, una vivienda en la parte Oeste, otra por el Sur y un garaje por la parte Este. Dispone de un frente de fachada de 9 metros y está situada hacia el Norte con una inclinación de 65°.

El acceso a la vivienda se realiza a través de una puerta situada en la fachada principal, la cual da acceso a un enorme vestíbulo donde también está situada la escalera por la que se accede a las plantas superiores.

La planta baja es utilizada como residencia y donde se hace el 90% del uso total de la vivienda. La planta primera también está dotada para dormir pero se utiliza como alojamiento para invitados. Por último, la tercera planta no es habitable y es utilizada como trastero.

Existen tres niveles:

Planta baja, con estancias habitables y espacio no habitable destinado a bodega y un patio.

Planta primera, con estancias habitables.

Planta segunda, con estancia no habitable y una terraza.

La vivienda cuenta con los siguientes espacios que dan funcionalidad y confort a la misma:

Planta baja

La planta baja consta de un distribuidor, dos salón-comedor, cocina, cuatro habitaciones, un baño con ducha y un aseo, una despensa, un patio, una bodega y unas escaleras para subir a la planta superior.

Planta primera

La planta primera consta de un distribuidor, un salón-comedor, cuatro habitaciones, tres baños con ducha y unas escaleras para subir a la planta superior.

Planta segunda

La planta segunda dispone de una superficie diáfana y una terraza.

5.3 Cuadro de superficies

En la siguiente tabla se muestran las diferentes superficies de cada una de las estancias de la vivienda:

Tabla 1. Superficie útil

| SUPERFICIE UTIL | | | | | |
|--|------------------------------|---|------------------------------|--|------------------------------|
| PLANTA BAJA | | PLANTA PRIMERA | | PLANTA SEGUNDA | |
| Estancia | Superficie (m ²) | Estancia | Superficie (m ²) | Estancia | Superficie (m ²) |
| Pasillo-distribuidor | 29,11 | Recibidor | 7,45 | Desván | 0 (81,85) |
| Dormitorio 1 | 6,90 | Dormitorio 1 | 6,90 | Terraza | 0 (10,51) |
| Dormitorio 2 | 8,01 | Dormitorio 2 | 8,01 | | |
| Dormitorio 3 | 7,16 | Dormitorio 3 | 13,46 | | |
| Dormitorio 4 | 8,15 | Dormitorio 4 | 16,82 | | |
| Salon | 9,65 | Dormitorio 5 | 10,39 | | |
| Salón-comedor | 33,95 | Baño 1 | 4,82 | | |
| Cocina | 6,01 | Baño 2 | 4,82 | | |
| Comedor | 7,10 | Baño 3 | 4,82 | | |
| Aseo | 3,94 | Salón-comedor 1 | 7,16 | | |
| Baño | 4,88 | Salón-comedor 2 | 10,39 | | |
| Almacén | 0 (12,15) | Almacén | 0 (12,15) | | |
| Patio | 0 (40,57) | Pasillo | 29,92 | | |
| Escalera | 7,68 | Escalera | 7,68 | | |
| TOTAL PLANTA BAJA 132,54m² | | TOTAL PLANTA PRIMERA 132,54m² | | TOTAL PLANTA SEGUNDA 0m² | |

Tabla 2. Superficie construida

| SUPERFICIE CONSTRUIDA | |
|-----------------------|----------------------------|
| PLANTA BAJA | 237,88m² |
| PLANTA PRIMERA | 189,76m² |
| PLANTA SEGUNDA | 120,63m² |
| TOTAL | 548,27m² |

5.4 Orientación del edificio

La orientación del edificio influye mucho en el ahorro energético, por lo tanto, en aquellas fachadas donde se pueda aprovechar la energía solar se hará, y en aquellos que no se deberán tomar medidas para que las pérdidas sean mínimas.

La radiación solar varía según la época del año en la que estemos, es decir, en que estación del año y dependiendo de la hora que sea. Por tanto debemos conocer la trayectoria solar para poder estudiar las posibles mejoras. Comparando:

- Durante el verano, las fachadas orientadas hacia el este y oeste son las que más radiación reciben y sobre todo la cubierta ya que recibe la radiación perpendicularmente.
- Durante el invierno, la fachada sur es la que más radiación solar recibe.

En la siguiente imagen se muestra el movimiento y la incidencia solar durante invierno y verano:

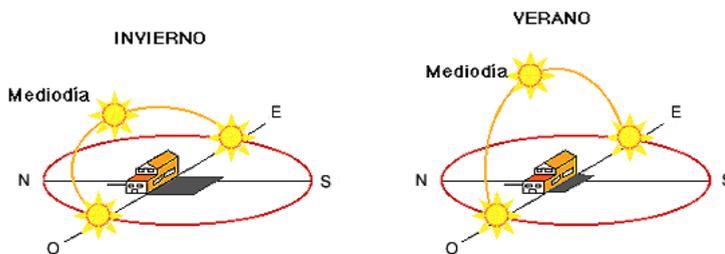


Figura 4. Radiación solar en invierno y verano.

La única fachada que no recibe radiación nunca es la norte, por lo que habrá que tenerla muy en cuenta a la hora de estudiar posibles mejoras.

En relación con la vivienda del estudio, dispone tan solo de dos fachadas que no son medianeras, las cuales están orientadas al Norte y al Este.



Figura 5. Orientación vivienda en el catastro.

6 Memoria constructiva

Cimentación

Zapata corrida de mampostería. Las grandes piedras de gran tamaño están colocadas perfectamente trabadas sobre una capa de 3cm de arena y tienen un ancho de 70cm y una profundidad de 1m.

Estructura

El sistema estructural está compuesto por muros de carga de 50cm de espesor formados con piedras unidas con mortero de cal y argamasa (planta baja y planta 1ª).

Los pilares son de hormigón armado (planta 2ª).

Los forjados están compuestos por vigas de madera y bovedillas cerámicas.

Las escaleras están hechas de hormigón armado.

Cubierta

Hay dos tipos de cubierta:

Cubierta inclinada formada por vigas de madera sobre las cuales se apoyan paneles de cañizo mezclados con barro y una capa de 2cm de espesor de yeso acabado con teja curva.

Cubierta plana transitable sin aislamiento térmico acabada en baldosín cerámico.

Cerramientos

Tanto las fachadas que dan al exterior como las medianeras están formadas del mismo modo que los muros de carga, mampostería con mortero de cal y argamasa sin aislamiento y con un espesor de 50cm enfoscado con mortero de cal de 1'5cm y acabado en pintura.

Particiones

Las particiones interiores, en zona seca, están hechas con ladrillo macizo del 4 y revestidas por ambas caras con yeso y pintura.

En zonas húmedas, tanto en el baño como en la cocina, hechas del mismo modo pero el acabado son azulejos cerámicos de 20x20mm cogidos con mortero de cemento 1:6.

Pavimentos

Diferenciamos diferentes tipos de pavimento:

En planta baja se dispone de baldosas de cemento hidráulicas en toda la superficie excepto en las zonas húmedas donde hay colocado baldosas cerámicas.

En planta primera el suelo es de láminas de madera que apoyan sobre unos rastreles también de madera.

En la planta segunda no hay colocado ningún pavimento, se trata de una capa de cemento muy poroso que le falta colocar el acabado, ya que es una planta no habitable.

Carpintería

La carpintería exterior se compone de:

En la planta baja de ventanas abatibles de madera con vidrio de 2mm o 4mm dependiendo de la ventana. A excepción de la ventana del cuarto de baño que es de aluminio y tiene un cristal de 4mm. La puerta de acceso a la vivienda es de madera maciza.

En planta primera de ventanas de madera abatibles con un acristalamiento doble "climalit" de 4/6/4 mm excepto las que dan al balcón que son del mismo tipo que las de planta baja.

En planta segunda del mismo tipo que en planta baja exceptuando la puerta de salida al balcón que es de madera maciza forrada con una chapa de aluminio y las ventanas que dan al patio interior de aluminio y corredera con un cristal simple de 2mm.

Tabla 3. Carpintería Planta Baja

| CARPINTERIA PLANTA BAJA | | | | | | | |
|-------------------------|-------|------|-------|--------|----------------|------------------|-------------|
| HUECO | ANCHO | ALTO | RETR. | COLOR | VOLADIZO (DXL) | TIPO CARPINTERIA | TIPO VIDRIO |
| V1 | 0,96 | 2,5 | 0,5 | marrón | 0,2 X 1 | madera | simple 4mm |
| V2 | 0,96 | 2,5 | 0,5 | marrón | 0,2 X 1 | madera | simple 4mm |
| V3 | 0,85 | 1,1 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V4 | 1,16 | 0,77 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V5 | 0,56 | 0,77 | 0,5 | blanco | | aluminio | simple 4mm |
| V6 | 0,65 | 1 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V7 | 0,65 | 1 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V8 | 0,6 | 0,95 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| P1 | 1,96 | 2,9 | 0,27 | marrón | 0,1 X 1 | madera | |
| P2 | 2,36 | 2,7 | 0,5 | marrón | 0,2 X 1,4 | madera | simple 4mm |

Tabla 4. Carpintería Planta Primera

| CARPINTERIA PLANTA PRIMERA | | | | | | | |
|----------------------------|-------|------|-------|--------|----------------|------------------|-------------|
| HUECO | ANCHO | ALTO | RETR. | COLOR | VOLADIZO (DXL) | TIPO CARPINTERIA | TIPO VIDRIO |
| V1 | 0,94 | 2,15 | 0,5 | marrón | 0,8 X 1 | madera | simple 4mm |
| V2 | 0,94 | 2,15 | 0,5 | marrón | 0,8 X 1 | madera | simple 4mm |
| V3 | 0,6 | 1 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/4 |
| V4 | 0,6 | 1 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/5 |
| V5 | 0,94 | 1,82 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/6 |
| V6 | 0,86 | 1,56 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/7 |
| V7 | 0,65 | 1,15 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/8 |
| V8 | 1 | 0,7 | 0,5 | blanco | | aluminio | simple 4mm |
| V9 | 2,1 | 1,4 | 0,5 | marrón | | madera | doble 4/6/7 |
| P1 | 1,2 | 2,45 | 0,5 | marrón | 0,8 X 1 | madera | simple 4mm |

Tabla 5. Carpintería Planta Segunda ENH

| CARPINTERIA PLANTA SEGUNDA ENH | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|-------|--------|----------------|------------------|-------------|
| HUECO | ANCHO | ALTO | RETR. | COLOR | VOLADIZO (DXL) | TIPO CARPINTERIA | TIPO VIDRIO |
| V1 | 0,8 | 1,2 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V2 | 0,95 | 1,76 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V3 | 0,8 | 1,2 | 0,5 | marrón | | madera | simple 4mm |
| V4 | 3,92 | 1 | 0,5 | gris | | aluminio | simple 4mm |
| P1 | 0,9 | 1,9 | 0,5 | marrón | | madera | |

Fontanería

Respecto al agua fría está realizado con tubos de cobre de 22mm y el agua caliente también de cobre 18mm.

Red de saneamiento horizontal

El sistema de saneamiento está compuesto de tubos de PVC de 200mm.

Climatización

No hay instalado ningún equipo de refrigeración.

Sistema ACS

El sistema de ACS es un termo de gas butano de 14L marca “Junkers” que funciona por encendido tren de chispas.

Calefacción

Estufa de leña con tubo de salida de humos por hueco de escalera hasta cumbre y chimenea empotrada en pared con tubo de 300mm.

Equipamiento

Todos los baños cuentan con inodoro, bidé, pila y bañera con ducha y el aseo solamente dispone de un inodoro. Todo de porcelana marca “Roca”.

La cocina dispone de fogones y horno de gas butano, campana extractora, frigorífico y microondas. La lavadora está situada en otra estancia.

Capítulo 3. Análisis de la vivienda

7 Introducción del programa CE³X

Para obtener la certificación energética de la presente vivienda voy a usar el programa CE3X. Se trata de un programa informático que ha sido promovido por el Ministerio de Energía, Industria y Turismo a través del IDAE para la obtención de certificaciones energéticas de un edificio existente, usando un procedimiento simplificado.

El funcionamiento del programa es el siguiente:

“El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con CALENER.

Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

De esta forma, el software busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

La base de datos ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas (http://www.faan.es/nueva/ftp/Parte2_CEX.pdf)”.

8 Calificación energética actual

Una vez utilizado el programa CE³X, vemos que el edificio en su estado actual tiene una calificación energética de 50.50 G” que se puede observar en la siguiente imagen:



Figura 6. Calificación energética (CE³X)

Y el consumo energético en la siguiente:

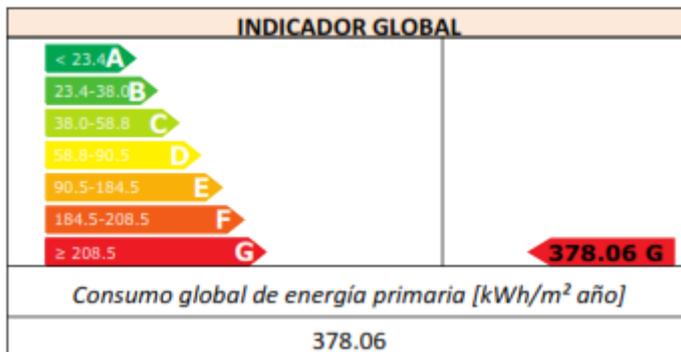


Figura 7. Consumo global de energía

Se ha obtenido una calificación energética G 50.50 kgCO₂/m² de emisiones anuales y un consumo global de energía primaria de 378.06 KWh/m², por lo que podemos decir que la vivienda no es casi eficiente.

A continuación se va a proceder al seguimiento del DB-HE aunque no es exigible a nuestra vivienda debido a que no es un edificio de nueva construcción ni una ampliación del mismo.

9 Limitación del consumo energético

Se denomina consumo energético al gasto total de energía que se ha gastado para un proceso determinado, o como cita el CTE “es la energía necesaria para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS y, en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio, teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados. En el contexto de este documento,

se expresa en términos de energía primaria y en unidades $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio. ”

Según el DB-HE 0 el valor de dicho consumo energético no debe sobrepasar el valor límite “ $C_{ep,lim}$ ” que se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S}$$

Donde los valores de “ $C_{ep,base}$ ” y “ $F_{ep,sup}$ ” se obtienen de la tabla 2.1. del DB-HE 0 según la zona climática donde está situada la vivienda y “ S ” es la superficie útil de los espacios habitables de la vivienda.

| | Zona climática de invierno | | | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A* | B* | C* | D | E |
| $C_{ep,base}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] | 40 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 |
| $F_{ep,sup}$ | 1000 | 1000 | 1000 | 1500 | 3000 | 4000 |

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Figura 8. Valores de consumo energético por zonas climáticas. DB-HE 0

Una vez obtenidos los datos de la tabla, sustituimos en la fórmula para la zona C2 y una superficie útil de $S = 234.36\text{m}^2$:

$$C_{ep,lim} = 50 + \frac{1500}{245.88} = 56.10$$

El valor límite del consumo energético es de $56.10 \text{KW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$

Comparando con el valor límite de consumo obtenido en el programa CE³X $378.06 \text{KW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ observamos que es demasiado elevado, por lo

que habrá que tomar las medidas necesarias para reducir la letra de calificación reduciendo su consumo.

10 Limitación de la demanda energética

La demanda energética es la energía que un edificio necesita para que en su interior el usuario pueda disfrutar de unas determinadas condiciones de confort o como cita el CTE *“la energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS) y de iluminación, y se expresa en $kW\cdot h/m^2\cdot año$, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio.”*

Del mismo modo que el consumo energético, la demanda energética no debe sobrepasar el valor límite calculado a través de la siguiente fórmula:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,base}}{S}$$

Donde los valores de “ $D_{cal,base}$ ” y “ $F_{cal,base}$ ” se obtienen de la tabla 2.1. del DB-HE 1 según la zona climática donde está situada la vivienda y “ S ” es la superficie útil de los espacios habitables de la vivienda.

| | Zona climática de invierno | | | | | |
|---|----------------------------|----|----|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| $D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año] | 15 | 15 | 15 | 20 | 27 | 40 |
| $F_{cal,sup}$ | 0 | 0 | 0 | 1000 | 2000 | 3000 |

Figura 9. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

Una vez obtenidos los datos de la tabla, sustituimos en la fórmula para la zona C2 y una superficie útil de $S = 245.68\text{m}^2$

$$D_{cal,lim} = 20 + \frac{1000}{245.88} = 24.06$$

El valor límite de la demanda energética es de $24.06 \text{KW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$.

El valor de demanda de calefacción en el programa CE³X es de $136.50 \text{KW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ letra G, el cual es muy elevado y energéticamente no es nada eficiente. Esto es debido a que en la vivienda solo se dispone de calefacción en la planta baja y solo abarca más o menos un 20% de la superficie de la vivienda. Por este motivo, la mejora de calefacción elevará la calificación de la vivienda mucho.

11 Análisis térmico de la envolvente

La envolvente térmica del edificio consiste tanto en los cerramientos verticales como horizontales y la carpintería de la misma. Para dicho análisis se han calculado las transmitancias térmicas (“U”) de cada uno de los diferentes cerramientos y carpinterías. Para ello debemos tener en cuenta también el flujo de aire que lo obtenemos de la siguiente tabla del CTE DB-HE-1:

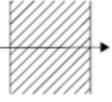
| Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor | | R_{se} | R_{si} |
|--|---|----------|----------|
| Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal |  | 0,04 | 0,13 |
| Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$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

Figura 10. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W .

Según el CTE en el DB-HE 1 (artículo 5.2.1.) define envolvente térmica como *“La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior.”*

Así pues diferenciamos varios tipos de cerramiento, bien sea zona húmeda o seca, o si se trata de fachada o medianera, o bien si se trata de cubiertas planas o inclinadas.

Una vez calculadas las transmitancias hay que comprobar si cumplen o no las exigencias del CTE en el apartado DB-HE 1 tabla 2.3 ,2.4. y 2.5.

| Parámetro | Zona climática de invierno | | | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K] | 1,35 | 1,25 | 1,00 | 0,75 | 0,60 | 0,55 |
| Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K] | 1,20 | 0,80 | 0,65 | 0,50 | 0,40 | 0,35 |
| Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K] | 5,70 | 5,70 | 4,20 | 3,10 | 2,70 | 2,50 |
| Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²] | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 27 | ≤ 27 | ≤ 27 |

Figura 11. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

| Tipo de elemento | Zona climática de invierno | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| Particiones horizontales | 1,90 | 1,80 | 1,55 | 1,35 | 1,20 | 1,00 |
| Particiones verticales | 1,40 | 1,40 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

Figura 12. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

A continuación aparecen las transmitancias de los diferentes elementos de la envolvente del edificio y sus componentes:

11.1 Cerramientos verticales

Muro zona seca – exterior

Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, enlucido y guarnecido de yeso 1'5cm por el interior acabado en pintura y mortero de cal por el exterior 2cm



Figura 13. Sección muro zona seca - exterior

Tabla 6. Transmitancia térmica muro zona seca - exterior

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Enfoscado mortero de cal $1000 < d < 1250$ | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Guarnecido y enlucido de yeso | 0,015 | 0,57 | 0,026 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,527 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 1,898 |

La transmitancia del muro es de $1.898 \text{ m}^2\text{K/W}$ muy superior a la transmitancia máxima según el CTE $0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$1.898 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.75 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ **NO CUMPLE**}$$

Muro zona seca – medianera

Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, enlucido y guarnecido de yeso 1'5cm por el interior acabado en pintura.



Figura 14. Sección muro zona seca - medianera

Tabla 7. Transmitancia térmica muro zona seca - medianera

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,13 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,29 |
| Guarnecido y enlucido de yeso | 0,015 | 0,57 | 0,03 |
| Aire interior | | | 0,13 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,58 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 1,723 |

La transmitancia del muro es de $1.723 \text{ m}^2\text{K/W}$ muy superior a la transmitancia máxima según el CTE $0.95 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$1.723 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ **NO CUMPLE**}$$

Muro zona húmeda – exterior

Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, mortero de cemento 1:6 2cm acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior y mortero de cal por el exterior 2cm.

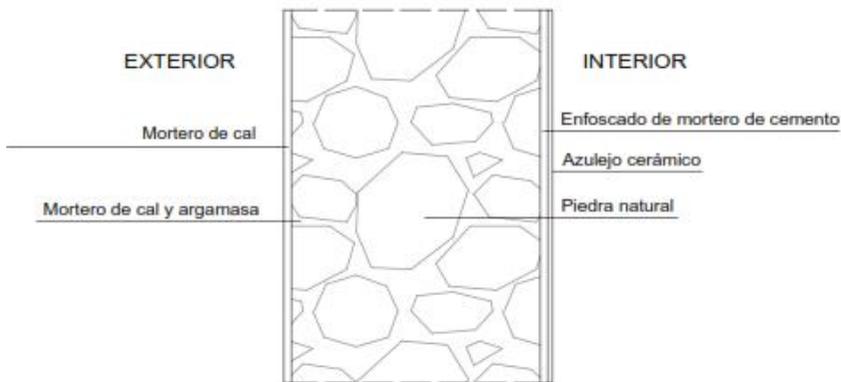


Figura 15. Sección muro zona húmeda - exterior

Tabla 8. Transmitancia térmica muro zona húmeda - exterior

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Enfoscado mortero de cal 1000 < d < 1250 | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Enfoscado mortero de cemento 1000 < d < 1250 | 0,015 | 0,55 | 0,027 |
| Azulejo cerámico | 0,01 | 1,3 | 0,008 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,535 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 1,868 |

La transmitancia del muro es de 1.868 m^2K/W muy superior a la transmitancia máxima según el CTE 0.75 m^2K/W .

$$1.868 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.75 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ NO CUMPLE}$$

Muro zona húmeda – medianera

Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, mortero de cemento 1:6 2cm acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior.

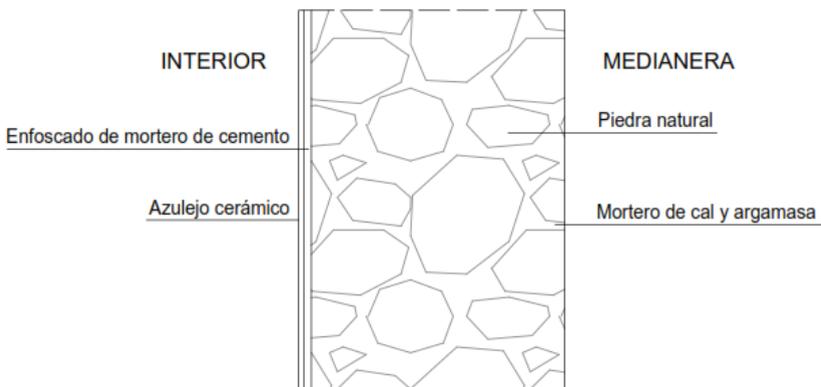


Figura 16. Sección muro zona húmeda - medianera

Tabla 9. Transmitancia térmica muro zona húmeda - medianera

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,130 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Enfoscado mortero de cemento 1000 < d < 1250 | 0,015 | 0,55 | 0,027 |
| Azulejo cerámico | 0,01 | 1,3 | 0,008 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,589 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 1,698 |

La transmitancia del muro es de $1.698 \text{ m}^2\text{K/W}$ muy superior a la transmitancia máxima según el CTE $0.95 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$1.698 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ NO CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 10. Resumen transmitancias cerramientos verticales

| Cerramientos verticales $U_{max} = 0,75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
|---|---|---|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Muro zona seca exterior | Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, enlucido y guarnecido de yeso 1'5cm por el interior acabado en pintura y mortero de cal por el exterior 2cm | 1,898 |
| Muro zona húmeda exterior | Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, mortero de cemento 1:6 2cm acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior y mortero de cal por el exterior 2cm | 1,868 |
| Cerramientos verticales Medianera $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Muro zona seca medianera | Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, enlucido y guarnecido de yeso 1'5cm por el interior acabado en pintura | 1,723 |
| Muro zona húmeda medianera | Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, mortero de cemento 1:6 2cm acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior | 1,698 |

11.2 Cubiertas

Cubierta inclinada

Cubierta inclinada formada por vigas de madera sobre las cuales se apoyan paneles de cañizo mezclados con barro y una capa de 2cm de espesor de yeso acabado con teja curva.

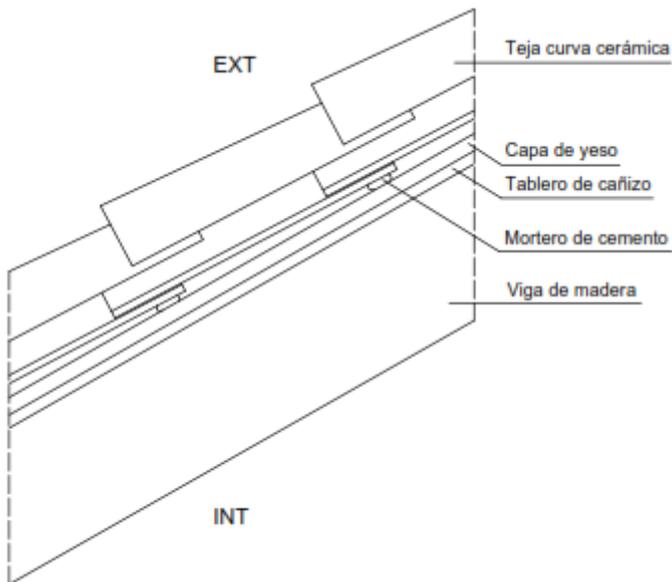


Figura 17. Sección cubierta inclinada

Tabla 11. Transmitancia térmica cubierta inclinada

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Teja de arcilla cocida | 0,02 | 1 | 0,020 |
| yeso de dureza media 600 < d 900 | 0,02 | 0,3 | 0,067 |
| tablero de cañizo | 0,015 | 0,5 | 0,030 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,257 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 3,896 |

La transmitancia de la cubierta es de $3.896 \text{ m}^2\text{K/W}$ muy superior a la transmitancia máxima según el CTE $0.50 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$3.896 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.50 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ **NO CUMPLE**}$$

Cubierta plana

Cubierta plana transitable sin aislamiento térmico acabada en baldosín cerámico.

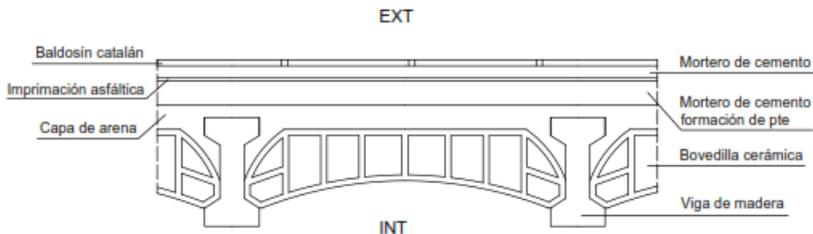


Figura 18. Sección cubierta plana

Tabla 12. Transmitancia térmica cubierta plana

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Baldosín catalán | 0,01 | 1 | 0,010 |
| Mortero de cemento 1000 < d < 1250 | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Imprimación asfáltica | 0,005 | 0,23 | 0,022 |
| Mortero de cemento form. Pte. | 0,04 | 0,41 | 0,098 |
| Capa de arena | 0,04 | 2 | 0,020 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,326 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 3,071 |

La transmitancia de la cubierta es de 3.071 m^2K/W muy superior a la transmitancia máxima según el CTE 0.95 m^2K/W .

$$3.071 \text{ m}^2\text{K/W} > 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ NO CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 13. Resumen transmitancias cubiertas

| Partición horizontal en contacto con ENH (Cubierta plana) $U_{\max} = 0,95 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | |
|--|--|-----------------------------------|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) |
| Cubierta plana transitable | Cubierta plana transitable sin aislamiento térmico acabada en baldosín cerámico. | 3,071 |
| Partición horizontal (Cubierta inclinada) $U_{\max} = 0,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | |
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) |
| Cubierta inclinada | Cubierta inclinada formada por vigas de madera sobre las cuales se apoyan paneles de cañizo mezclados con barro y una capa de 2cm de espesor de yeso acabado con teja curva. | 3,896 |

11.3 Particiones interiores

En los espacios no habitables nos referenciamos en la siguiente tabla:

| Tipo de elemento | Zona climática de invierno | | | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|
| | α | A | B | C | D | E |
| <i>Particiones horizontales y verticales</i> | 1,35 | 1,25 | 1,10 | 0,95 | 0,85 | 0,70 |

Figura 19. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en $W/m^2 \cdot K$

Partición horizontal en contacto con ENH

Forjado formado por vigas de madera y bovedillas cerámicas acabado con una superficie de mortero de cemento sin pavimento en contacto con un espacio no habitable.

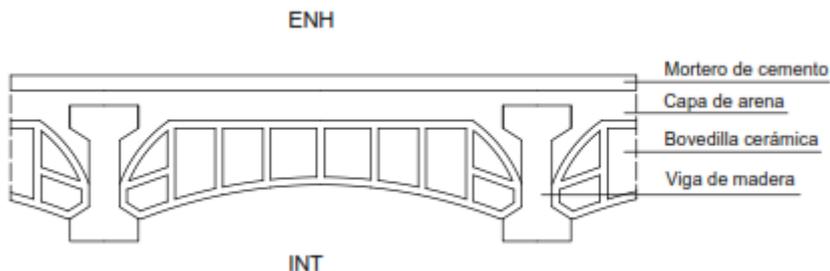


Figura 20. Sección partición horizontal en contacto con ENH

Tabla 14. Transmitancia térmica cubierta plana

| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt (m^2K/W) |
|--|---------------|--|-----------------------------|
| Espacio no habitable | | | 0,100 |
| Mortero de cemento $1000 < d < 1250$ | 0,02 | 0,57 | 0,035 |
| Cama de arena | 0,04 | 2 | 0,020 |
| forjado unidireccional madera bovedilla cerámica | 0,16 | 0,67 | 0,239 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total (m^2K/W) | | | 0,494 |
| Transmitancia térmica U (m^2K/W) | | | 2,025 |

La transmitancia de la partición horizontal es de 2.025 m^2K/W superior a la transmitancia máxima según el CTE 1.35 m^2K/W .

$$2.025 \text{ m}^2\text{K/W} > 1.35 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ NO CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 15. Resumen transmitancias particiones horizontales

| Partición horizontal en contacto con ENH (Forjado) $U_{max} = 1,35 \text{ W/m}^2 \cdot K$ | | |
|---|---|-----------------------|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($W/m^2 \cdot K$) |
| Partición horizontal con ENH | Forjado formado por vigas de madera y bovedillas cerámicas acabado con una superficie de mortero de cemento sin pavimento en contacto con un espacio no habitable | 2,025 |

11.4 Carpinterías

En este apartado se calculan las transmitancias térmicas de las diferentes carpinterías que dispone la vivienda. Como ya se ha explicado en la memoria constructiva existen diferentes tipos de carpintería entre las cuales encontramos: ventanas tanto de madera como de aluminio con vidrio simple de 4mm, ventanas de madera tipo “climalit” 4/6/4mm y finalmente las puertas de madera maciza.

Conociendo los datos de cada hueco procedemos a calcular las transmitancias térmicas de cada uno de ellos a través de la siguiente fórmula:

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} \text{ donde:}$$

- $U_{H,v}$: Transmitancia térmica de la parte semitransparente ($W/m^2 \cdot K$)
- $U_{H,m}$: Transmitancia térmica del marco de la ventana, lucernario o puerta ($W/m^2 \cdot K$)
- FM: Fracción del hueco ocupada por el marco (%)

Se han obtenido los valores de ventanas y puertas comprobando el resultado con la tabla 2.3 del DB-HE 1 de transmitancias máximas.

| Parámetro | Zona climática de invierno | | | | | |
|--|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | α | A | B | C | D | E |
| Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [$W/m^2 \cdot K$] | 1,35 | 1,25 | 1,00 | 0,75 | 0,60 | 0,55 |
| Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [$W/m^2 \cdot K$] | 1,20 | 0,80 | 0,65 | 0,50 | 0,40 | 0,35 |
| Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [$W/m^2 \cdot K$] | 5,70 | 5,70 | 4,20 | 3,10 | 2,70 | 2,50 |
| Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [$m^3/h \cdot m^2$] | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 27 | ≤ 27 | ≤ 27 |

Figura 21. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Ventanas

Tabla 16. Transmitancia térmica ventanas

| TRANSMITANCIAS DE HUECOS - VENTANAS | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|------------|-------------|-----|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ZONA | NOMBRE | TIPO CARP. | TIPO VIDRIO | FM | $U_{H,v}$ (W/m ² ·K) | $U_{H,m}$ (W/m ² ·K) | U_H (W/m ² ·K) |
| PLANTA BAJA | V _{1,2,3,4,6,7,8} | Madera | simple 4mm | 20% | 5,70 | 2,20 | 5 |
| | V ₅ | Aluminio | simple 4mm | 20% | 5,70 | 5,70 | 5,70 |
| PLANTA PRIMERA | V _{1,2} | Madera | simple 4mm | 20% | 5,70 | 2,20 | 5 |
| | V ₈ | Aluminio | simple 4mm | 20% | 5,70 | 5,70 | 5,70 |
| | V _{3,4,5,6,7,9} | Madera | doble 4/6/4 | 20% | 3,30 | 2,20 | 3,08 |

La transmitancia de las ventanas son superiores a la transmitancia térmica máxima establecida por el CTE = 3.10 m²K/W, a excepción de las ventanas de madera con cristal doble 4/6/4 que cumplen, ya que tienen 3.08 m²K/W.

Puertas

Tabla 17. Transmitancia térmica puertas

| TRANSMITANCIAS DE HUECOS - PUERTAS | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|------------|-------------|-----|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ZONA | NOMBRE | TIPO CARP. | TIPO VIDRIO | FM | $U_{H,v}$ (W/m ² ·K) | $U_{H,m}$ (W/m ² ·K) | U_H (W/m ² ·K) |
| PLANTA BAJA | P _{1,3} | Madera | - | 20% | - | 2,20 | 2,20 |
| | P ₂ | Madera | simple 4mm | 20% | 5,70 | 2,20 | 5 |
| PLANTA PRIMERA | P ₁ | Madera | simple 4mm | 20% | 5,70 | 2,20 | 5 |

La transmitancia de las puertas que disponen de cristal son superiores a la transmitancia térmica máxima establecida por el CTE = $3.10 \text{ m}^2\text{K/W}$, sin embargo las puertas de madera maciza sí que cumplen lo establecido en el CTE ya que su transmitancia es $2.20 \text{ m}^2\text{K/W}$.

11.5 Transmitancias y pérdidas térmicas

En la siguiente tabla se muestran todas las transmitancias de los diferentes componentes de la envolvente térmica y las pérdidas que genera cada uno de ellos.

Tabla 18. Transmitancias y pérdidas térmicas por tipo de cerramiento

| CERRAMIENTOS | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Nombre | Superficie (m ²) | Transmitancia U (W/m ² -K) | Pérdidas térmicas (W/K) |
| Muro zona seca - exterior | 209,29 | 1,898 | 397,23 |
| Muro zona húmeda - exterior | 35,94 | 1,621 | 58,26 |
| Muro zona seca - medianera | 143,55 | 1,723 | 247,34 |
| Muro zona húmeda - medianera | 13,11 | 1,698 | 22,26 |
| Cubierta plana transitable | 11,83 | 3,071 | 36,33 |
| Cubierta inclinada | 49,64 | 3,890 | 193,10 |
| Partición horizontal con ENH | 108,81 | 2,025 | 220,34 |
| HUECOS Y LUCERNARIOS | | | |
| Nombre | Superficie (m ²) | Transmitancia U (W/m ² -K) | Pérdidas térmicas (W/K) |
| Ventana madera cristal simple 4mm | 12,54 | 5,00 | 62,70 |
| Ventana aluminio cristal simple 4mm | 1,13 | 5,70 | 6,44 |
| Ventana madera cristal doble 4/6/4 | 3,08 | 3,08 | 9,49 |
| Puerta madera maciza | 5,68 | 2,20 | 12,50 |
| Puerta madera cristal simple 4mm | 9,31 | 5,00 | 46,55 |
| PERDIDAS TERMICAS TOTALES | | | 1312,54 |

Del mismo modo se refleja en el siguiente gráfico el porcentaje de pérdidas de cada uno de los componentes de la vivienda.

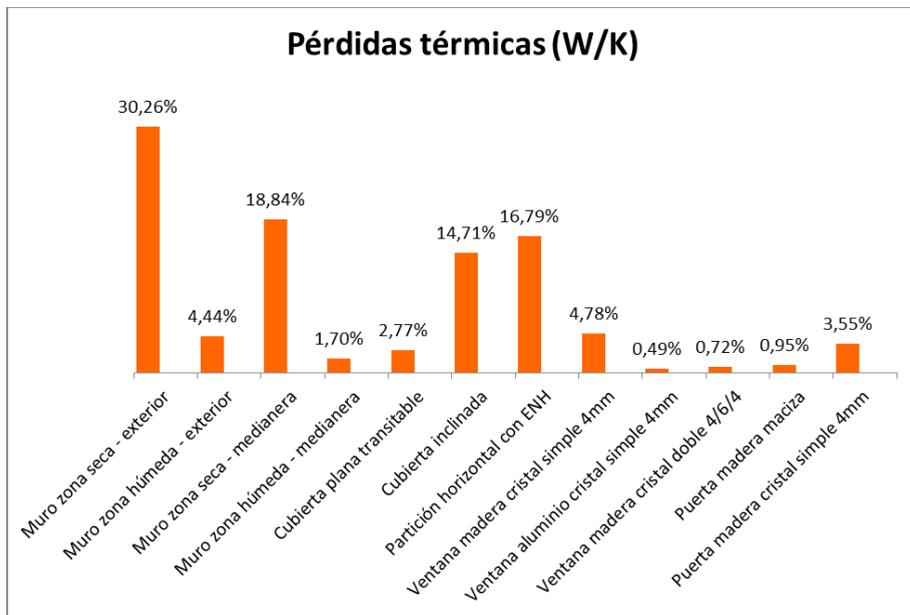


Figura 22. Pérdidas térmicas por tipo de cerramiento

En el gráfico se puede apreciar por qué zonas se pierde más energía. A través de las cubiertas inclinadas es el lugar por el que más calor se escapa debido a que el modo en el que están construidas es muy antiguo, por tanto la mejora en estas deberá ser importante.

Las pérdidas a través de la carpintería son bastante bajas.

Las pérdidas a través de los cerramientos son considerables ya que es una vivienda muy grande, con lo cual al tener mucha superficie, la mayoría de las pérdidas se localizan ahí.

12 Estudio de consumos

A continuación se muestran los costes durante un periodo anual, de las diferentes instalaciones de la vivienda para conocer el consumo que se ha realizado de cada una de ellas.

Consumo de gas

El consumo de gas anual es de 3785KWh.

El sistema de gas es utilizado para abastecer el ACS mediante gas butano de 14L por encendido de tren de chispas, ya que la calefacción se realiza mediante estufas y se compra la leña aparte.

Consumo de agua

El consumo de agua anual es de 168m³.

Consumo de electricidad

El consumo de electricidad anual es de 2855KWh

En la vivienda la electricidad está repartida entre electrodomésticos e iluminación. Respecto a la iluminación, se dispone de:

- Planta baja: 16 bombillas (60W) y 6 lámparas (45W)
- Planta primera: 14 bombillas (60W) y 8 lámparas (45W)
- Planta segunda: 2 bombillas (60W)

Se ha hecho una estimación del consumo de iluminación en las diferentes plantas de la vivienda según tipo de bombilla y potencia (W). Se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 19. Iluminación planta baja

| ESTANCIA | PLANTA BAJA | | | | | | | |
|----------------------|-------------|--------------|-----------|---------|----------|--------------|-----------|---------|
| | Bombillas | | | | Lámparas | | | |
| | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año |
| Pasillo-distribuidor | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | | | | |
| Dormitorio 1 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 2 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 3 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 4 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 2 | 45 | 0,10 | 3,29 |
| Salon | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Salón-comedor | 2 | 60 | 3,00 | 131,40 | | | | |
| Cocina | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | | | | |
| Comedor | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | | | | |
| Aseo | 1 | 60 | 0,10 | 2,19 | | | | |
| Baño | 2 | 60 | 0,50 | 21,90 | | | | |
| Almacén | 1 | 60 | 0,05 | 1,10 | | | | |
| Patio | 1 | 60 | 0,10 | 2,19 | | | | |
| Escalera | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | | | | |
| Consumo anual (KWh) | 458 | | | | | | | |

En la planta baja el consumo estimado anual de iluminación es de 458 KWh.

En la planta primera es el siguiente:

Tabla 20. Iluminación planta primera

| ESTANCIA | PLANTA PRIMERA | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------|-----------|---------|----------|--------------|-----------|---------|
| | Bombillas | | | | Lámparas | | | |
| | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año |
| Recibidor | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | | | | |
| Dormitorio 1 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 2 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 3 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 2 | 45 | 0,10 | 3,29 |
| Dormitorio 4 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Dormitorio 5 | 1 | 60 | 0,25 | 5,48 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Baño 1 | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | | | | |
| Baño 2 | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | | | | |
| Baño 3 | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | | | | |
| Salón-comedor 1 | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Salón-comedor 2 | 1 | 60 | 3,00 | 65,70 | 1 | 45 | 0,10 | 1,64 |
| Almacén | 1 | 60 | 0,05 | 1,10 | | | | |
| Pasillo | 1 | 60 | 0,50 | 10,95 | | | | |
| Escalera | 1 | 60 | 0,20 | 4,38 | | | | |
| Consumo anual (KWh) | 206 | | | | | | | |

206 KWh se consumen en la planta primera.

Por último, para la planta segunda no se ha realizado ninguna tabla ya que solo se dispone de 2 bombillas de 60W de potencia y no es habitable, con lo cual se estima 2.20KWh al año.

En definitiva, de los 2855 KWh totales, **666.20 KWh** se consumen en iluminación.

Capítulo 4. Propuestas de mejora

ENVOLVENTE TERMICA

13 Muros y elementos en contacto con el terreno

Para mejorar los cerramientos de la envolvente de la vivienda se ha optado por el trasdosado de todo su perímetro mediante placas de yeso laminado de la casa comercial KNAUF y un aislamiento térmico de lana de roca de 4cm de espesor de la casa comercial CHOVA.

Las placas de yeso laminado (PYL) se instalarán en todos los cerramientos de la envolvente térmica, bien den al exterior o sea encuentro con medianera. Para las zonas húmedas se utilizarán placas de yeso especiales sobre las que se colocarán los azulejos cerámicos.

Para ello se realizará una capa de mortero de cemento sobre el muro que sirva de base para los perfiles metálicos, posteriormente se atornillarán dichos perfiles, se colocará el aislamiento térmico de lana de roca y finalmente se procederá a la colocación de las placas de yeso.

Para evitar que se produzcan condensaciones, las placas de yeso no llegarán hasta tocar el techo en la parte superior, y en la parte inferior se dispondrá de rejillas metálicas.

A continuación se muestra la transmitancia de los diferentes muros después de la mejora aplicada:

Muro zona seca – exterior mejorado

Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico de XPS de 4cm de espesor y acabado con placa de yeso laminado por el interior y mortero de cal por el exterior.

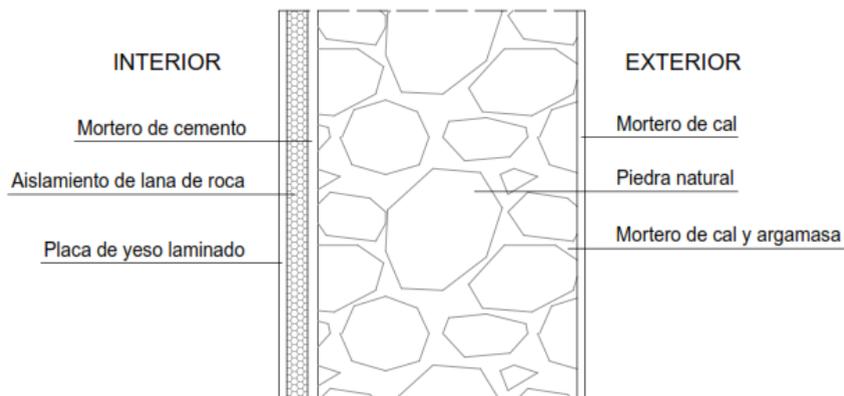


Figura 23. Sección muro zona seca – exterior mejorado

Tabla 21. Transmitancia térmica muro zona seca – exterior mejorado

| Muro zona seca - exterior $U_{max} = 0,75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | | |
|---|---------------|--|---|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Enfoscado mortero de cal $1000 < d < 1250$ | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Mortero de cemento | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Aislamiento | 0,04 | 0,038 | 1,053 |
| Placa de yeso laminado | 0,015 | 0,3 | 0,050 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 1,639 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,610 |

La transmitancia del muro es de $0.610 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.610 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.75 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

Muro zona seca – medianera mejorado

Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico de XPS de 4cm de espesor y acabado con placa de yeso laminado por el interior.

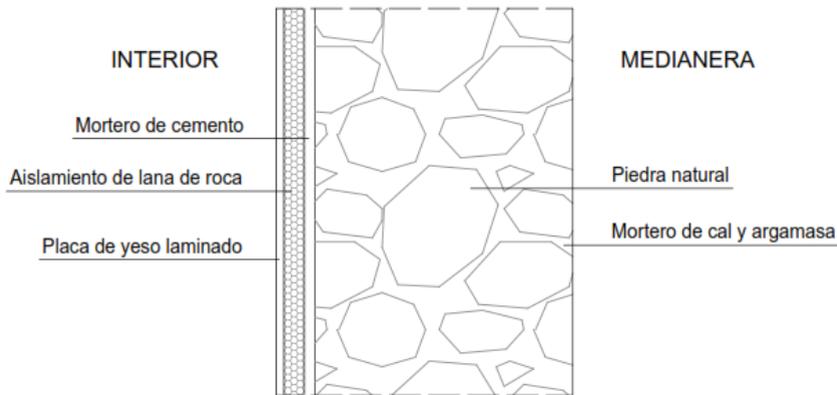


Figura 24. Sección muro zona seca – medianera mejorado

Tabla 22. Transmitancia térmica muro zona seca – medianera mejorado

| Muro zona seca - medianera $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | | |
|--|---------------|--|---|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Aire exterior | | | 0,130 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Mortero de cemento | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Aislamiento | 0,04 | 0,038 | 1,053 |
| Placa de yeso laminado | 0,015 | 0,3 | 0,050 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 1,693 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,591 |

La transmitancia del muro es de $0.591 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.95 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.591 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

Muro zona húmeda – exterior mejorado

Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor, placa de yeso laminado especial zonas húmedas, cemento cola y acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior y mortero de cal por el exterior.

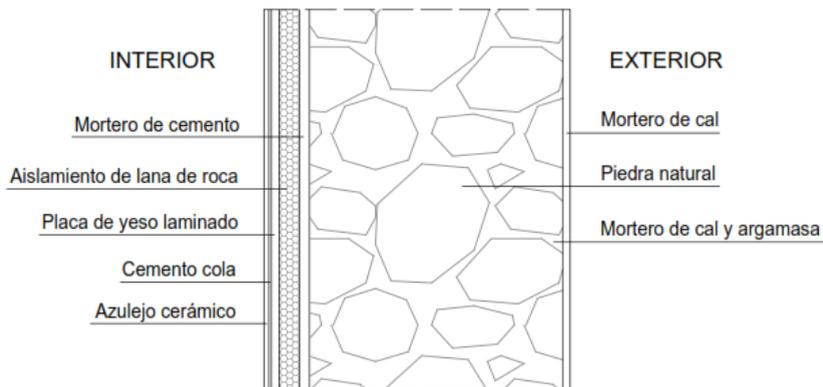


Figura 25. Sección muro zona húmeda – exterior mejorado

Tabla 23. Transmitancia térmica muro zona húmeda – exterior mejorado

| Muro zona húmeda - exterior $U_{max} = 0,75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | | |
|---|---------------|--|--|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia R_t ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Enfoscado mortero de cal $1000 < d < 1250$ | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Mortero de cemento | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Aislamiento | 0,04 | 0,038 | 1,053 |
| Placa de yeso laminado | 0,015 | 0,3 | 0,050 |
| Cemento cola | 0,01 | 1 | 0,010 |
| Azulejo cerámico | 0,01 | 1,3 | 0,008 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 1,657 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,603 |

La transmitancia del muro es de $0.603 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.603 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.75 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

Muro zona húmeda – medianera mejorado

Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor, placa de yeso laminado especial zonas húmedas, cemento cola y acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior.

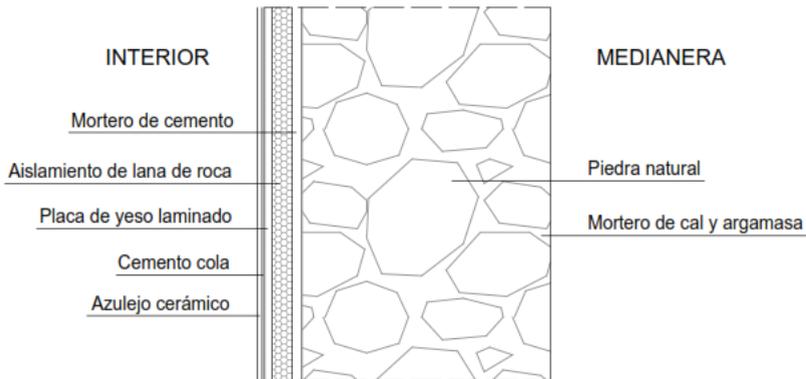


Figura 26. Sección muro zona húmeda – medianera mejorado

Tabla 24. Transmitancia térmica muro zona húmeda – medianera mejorado

| Muro zona húmeda - medianera $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | |
|---|---------------|--|---|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica $\lambda \text{ (W/mK)}$ | Resistencia $R_t \text{ (m}^2\text{K/W)}$ |
| Aire exterior | | | 0,130 |
| Piedra caliza dura | 0,5 | 1,7 | 0,294 |
| Mortero de cemento | 0,02 | 0,55 | 0,036 |
| Aislamiento | 0,04 | 0,038 | 1,053 |
| Placa de yeso laminado | 0,015 | 0,3 | 0,050 |
| Cemento cola | 0,01 | 1 | 0,010 |
| Azulejo cerámico | 0,01 | 1,3 | 0,008 |
| Aire interior | | | 0,130 |
| Resistencia total (m ² K/W) | | | 1,711 |
| Transmitancia térmica U (m²K/W) | | | 0,585 |

La transmitancia del muro es de 0.585 m²K/W inferior a la transmitancia máxima según el CTE 0.95 m²K/W.

$$0.585 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 25. Resumen transmitancias cerramientos verticales mejorados

| Cerramientos verticales $U_{max} = 0,75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
|---|---|---|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Muro zona seca - exterior | Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico de XPS de 4cm de espesor y acabado con placa de yeso laminado por el interior y mortero de cal por el exterior | 0,61 |
| Muro zona húmeda - exterior | Muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor, placa de yeso laminado especial zonas húmedas, cemento cola y acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior y mortero de cal por el exterior | 0,603 |
| Cerramientos verticales Medianera $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Muro zona seca - medianera | Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico de XPS de 4cm de espesor y acabado con placa de yeso laminado por el interior | 0,591 |
| Muro zona húmeda - medianera | Fachada medianera con muro de 50cm de espesor formado con piedras calizas duras unidas con mortero de cal y argamasa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor, placa de yeso laminado especial zonas húmedas, cemento cola y acabado con azulejos cerámicos de 20x20mm por el interior | 0,585 |

14 Cubiertas y suelos en contacto con el aire

Respecto a las mejoras de las cubiertas, diferenciaremos entre las inclinadas y la plana.

Las cubiertas inclinadas de la vivienda son muy poco eficientes debido a que fueron construidas hace más de 70 años y los materiales que se emplearon fueron cañizo, yeso y teja curva todo apoyado sobre vigas de madera. Para solucionar esto se propone eliminar el cañizo y el yeso y proceder a construir una nueva cubierta:

Se realizará sobre las vigas de madera y estará compuesta por tableros de madera, donde se apoyará un doble aislamiento térmico de poliestireno expandido (XPS) de 4 y 3cm respectivamente, y unos rastreles que servirán para sujetar el aislamiento térmico y las placas de “onduline”, que hará de apoyo para las tejas curvas.

En cuanto a la cubierta plana transitable, se ha optado por la colocación de aislamiento térmico de tipo poliestireno expandido (XPS) de la casa CHOVA de 4 cm de espesor.

A continuación se muestra la transmitancia de las diferentes cubiertas después de la mejora aplicada:

Cubierta inclinada mejorada

Cubierta inclinada formada por vigas de madera sobre las cuales se apoya un tablero de madera que sujeta 2 paneles de poliestireno expandido de 3cm cada uno y encima un tablero de onduline fijado a unos rastreles de madera y finalmente acabado con teja curva.

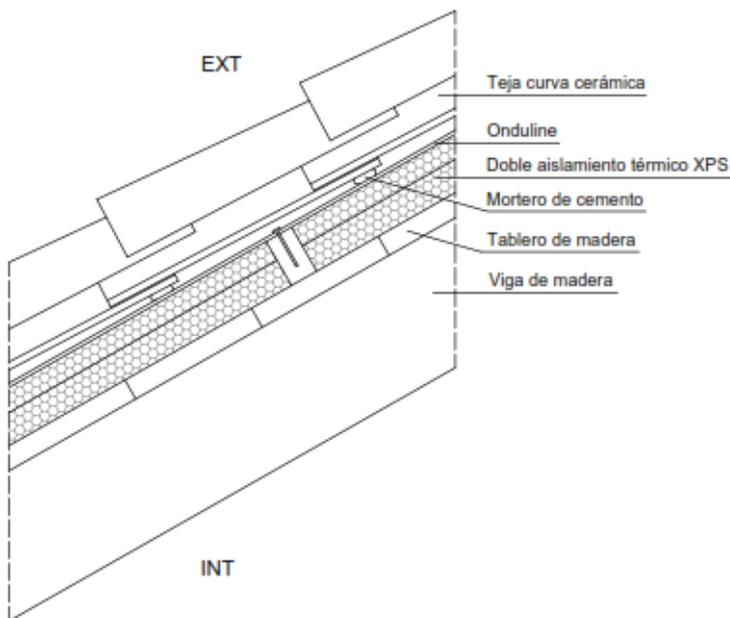


Figura 27. Sección cubierta inclinada mejorada

Tabla 26. Transmitancia térmica cubiertas inclinadas mejorada

| Cubierta inclinada $U_{max} = 0,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | | |
|--|---------------|--|---|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia Rt ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Teja de arcilla cocida | 0,02 | 1 | 0,020 |
| XPS expandido | 0,03 | 0,031 | 0,968 |
| XPS expandido | 0,04 | 0,031 | 1,290 |
| Tablero de madera | 0,03 | 0,13 | 0,231 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 2,649 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,378 |

La transmitancia de la cubierta es de $0.378 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.50 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.378 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.50 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

Cubierta plana mejorada

Cubierta plana transitable formada por hormigón celular formación de pendientes, lámina bituminosa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor y acabado con baldosín catalán sujeto con mortero de cemento de agarre.

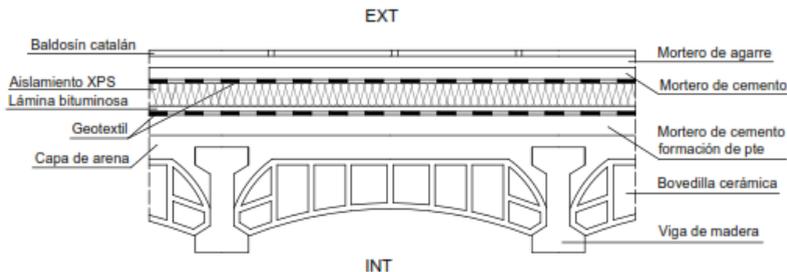


Figura 28. Sección cubierta inclinada mejorada

Tabla 27. Transmitancia térmica cubierta inclinada mejorada

| Cubierta plana $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | | |
|--|---------------|--|--|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia R_t ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Aire exterior | | | 0,040 |
| Baldosin catalán | 0,01 | 1 | 0,010 |
| mortero de agarre | 0,02 | 0,41 | 0,036 |
| Mortero de cemento 1000 1250 | 0,02 | 0,55 | 1,250 |
| XPS | 0,04 | 0,032 | 1,250 |
| Lamina bituminosa | 0,01 | 0,23 | 0,043 |
| Mortero de cemento form. Pte. | 0,04 | 0,41 | 0,098 |
| Capa de arena | 0,04 | 2 | 0,020 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 2,847 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,351 |

La transmitancia de la cubierta es de $0.351 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.95 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.351 \text{ m}^2\text{K/W} < 0.95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 28. Resumen transmitancias cubiertas mejoradas

| Partición horizontal en contacto con ENH (Cubierta plana) $U_{max} = 0,95 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
|---|---|---|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Cubierta plana transitable | Cubierta plana transitable formada por hormigón celular formación de pendientes, lámina bituminosa, aislamiento térmico XPS de 4cm de espesor y acabado con baldosín catalán sujeto con mortero de cemento de agarre | 0,378 |
| Partición horizontal (Cubierta inclinada) $U_{max} = 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ | | |
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |
| Cubierta inclinada | Cubierta inclinada formada por vigas de madera sobre las cuales se apoya un tablero de madera que sujeta 2 paneles de poliestireno expandido de 3cm cada uno y encima un tablero de onduline fijado a unos rastreles de madera y finalmente acabdo con teja curva | 0,351 |

15 Particiones interiores

Para la mejora de la partición horizontal en contacto con ENH se va a colocar un aislamiento térmico de lana de roca de 3cm de espesor entre rastreles de madera y como pavimento parquet.

A continuación se muestra la transmitancia de la partición horizontal después de la mejora aplicada:

Partición horizontal en contacto con ENH mejorada

Forjado formado por vigas de madera y bovedillas cerámicas, superficie de mortero de cemento donde se apoyan rastreles de madera y entre los que se ha colocado aislamiento térmico XPS de 7cm de espesor, y sobre los rastreles tableros de madera como acabado.

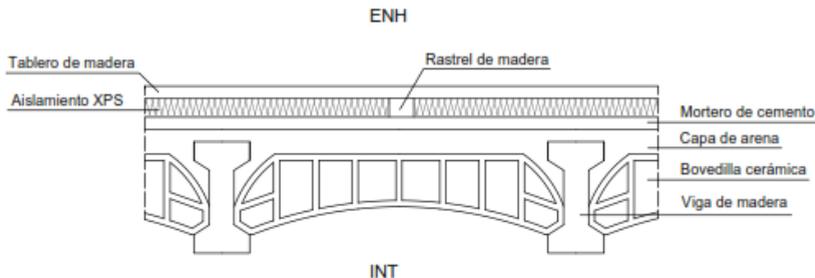


Figura 29. Sección cubierta inclinada mejorada

Tabla 29. Transmitancia térmica partición horizontal en contacto con ENH mejorada

| Partición horizontal en contacto con ENH $U_{max} = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | | |
|---|---------------|--|--|
| MATERIALES | espesor e (m) | conductividad térmica λ (W/mK) | Resistencia R_t ($\text{m}^2\text{K/W}$) |
| Espacio no habitable | | | 0,100 |
| tablero madera | 0,02 | 0,13 | 0,154 |
| aislamiento termico | 0,03 | 0,032 | 0,938 |
| Mortero de cemento | 0,02 | 0,57 | 0,035 |
| Cama de arena | 0,04 | 2 | 0,020 |
| forjado unidireccional madera bovedilla cerámica | 0,16 | 0,67 | 0,239 |
| Aire interior | | | 0,100 |
| Resistencia total ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 1,585 |
| Transmitancia térmica U ($\text{m}^2\text{K/W}$) | | | 0,631 |

La transmitancia de la partición es de $0.631 \text{ m}^2\text{K/W}$ inferior a la transmitancia máxima según el CTE $0.1.35 \text{ m}^2\text{K/W}$.

$$0.631 \text{ m}^2\text{K/W} < 1.35 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ CUMPLE}$$

A modo de resumen:

Tabla 30. Resumen transmitancias particiones interiores

| Partición horizontal en contacto con ENH (Forjado) $U_{\max} = 1,35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ | | |
|---|--|-----------------------------------|
| NOMBRE | DESCRIPCION | U ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) |
| Partición horizontal con ENH | Forjado formado por vigas de madera y bovedillas cerámicas, superficie de mortero de cemento donde se apoyan rastreles de madera y entre los que se ha colocado aislamiento térmico XPS de 7cm de espesor, y sobre los rastreles tableros de madera como acabado | 0,631 |

16 Huecos y lucernarios

En referencia a la mejora de los huecos, la carpintería existente es muy antigua, de madera sin rotura de puente térmico y con una cristalería simple, la cual tiene unas pérdidas importantes.

Por tanto, se ha optado por la sustitución de todas las ventanas por otras tipo "climalit" 4/9/4. De esta forma se mejora de manera muy notable la eficiencia energética de la vivienda ya que reduce mucho las pérdidas.

A continuación se muestra la transmitancia de las ventanas después de la mejora aplicada:

Ventanas

Tabla 31. Transmitancia térmica ventanas mejoradas

| TRANSMITANCIAS DE HUECOS - VENTANAS | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|------------|-------------|-----|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ZONA | NOMBRE | TIPO CARP. | TIPO VIDRIO | FM | $U_{H,v}$ (W/m ² ·K) | $U_{H,m}$ (W/m ² ·K) | U_H (W/m ² ·K) |
| PLANTA BAJA | V _{1,2,3,4,6,7,8} | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |
| | V ₅ | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |
| PLANTA PRIMERA | V _{1,2} | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |
| | V ₈ | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |
| | V _{3,4,5,6,7,9} | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |

La transmitancia de las ventanas son inferiores a la transmitancia térmica máxima establecida por el CTE = 3.10 m²K/W. **CUMPLE**

En referencia a las puertas de madera maciza no se ha propuesto ninguna mejora ya que no tienen grandes pérdidas, pero a las que disponen de vidrio simple se van a sustituir por puertas similares pero que dispongan de un vidrio tipo “climalit” 4/9/4 del mismo modo que las ventanas.

A continuación se muestra la transmitancia de las ventanas después de la mejora aplicada:

Puertas

Tabla 32. Transmitancia térmica puertas mejoradas

| TRANSMITANCIAS DE HUECOS - PUERTAS | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|------------|-------------|-----|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| ZONA | NOMBRE | TIPO CARP. | TIPO VIDRIO | FM | $U_{H,v} (W/m^2 \cdot K)$ | $U_{H,m} (W/m^2 \cdot K)$ | $U_H (W/m^2 \cdot K)$ |
| PLANTA BAJA | P _{1,3} | Madera | - | 20% | - | 2,20 | 2,20 |
| | P ₂ | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |
| PLANTA PRIMERA | P ₁ | Madera | doble 4/9/4 | 20% | 3,00 | 2,20 | 2,84 |

La transmitancia de las puertas son inferiores a la transmitancia térmica máxima establecida por el CTE = $3.10 \text{ m}^2\text{K/W}$. **CUMPLE**

17 Transmitancias y pérdidas térmicas con las mejoras propuestas

En la siguiente tabla se muestran todas las transmitancias de los diferentes componentes de la envolvente térmica y las pérdidas que genera cada uno de ellos después de haber aplicado las mejoras.

Tabla 33. Transmitancias y pérdidas térmicas por tipo de cerramiento mejorados

| CERRAMIENTOS | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| Nombre | Superficie (m²) | Transmitancia U (W/m²-K) | Pérdidas térmicas (W/K) |
| Muro zona seca - exterior | 209,29 | 0,610 | 127,67 |
| Muro zona húmeda - exterior | 35,94 | 0,603 | 21,67 |
| Muro zona seca - medianera | 143,55 | 0,591 | 84,84 |
| Muro zona húmeda - medianera | 13,11 | 0,585 | 7,67 |
| Cubierta plana transitable | 11,83 | 0,378 | 4,47 |
| Cubierta inclinada | 49,64 | 0,357 | 17,72 |
| Partición horizontal con ENH | 108,81 | 0,631 | 68,66 |
| HUECOS Y LUCERNARIOS | | | |
| Nombre | Superficie (m²) | Transmitancia U (W/m²-K) | Pérdidas térmicas (W/K) |
| Ventana madera cristal doble 4/9/4 mm | 21,61 | 2,840 | 61,37 |
| Puerta madera maciza | 5,68 | 2,200 | 12,50 |
| Puerta madera cristal doble 4/9/4 mm | 9,31 | 2,840 | 26,44 |
| PERDIDAS TERMICAS TOTALES | | | 433,02 |

Del mismo modo se refleja en el siguiente gráfico el porcentaje de pérdidas de cada uno de los componentes de la vivienda.

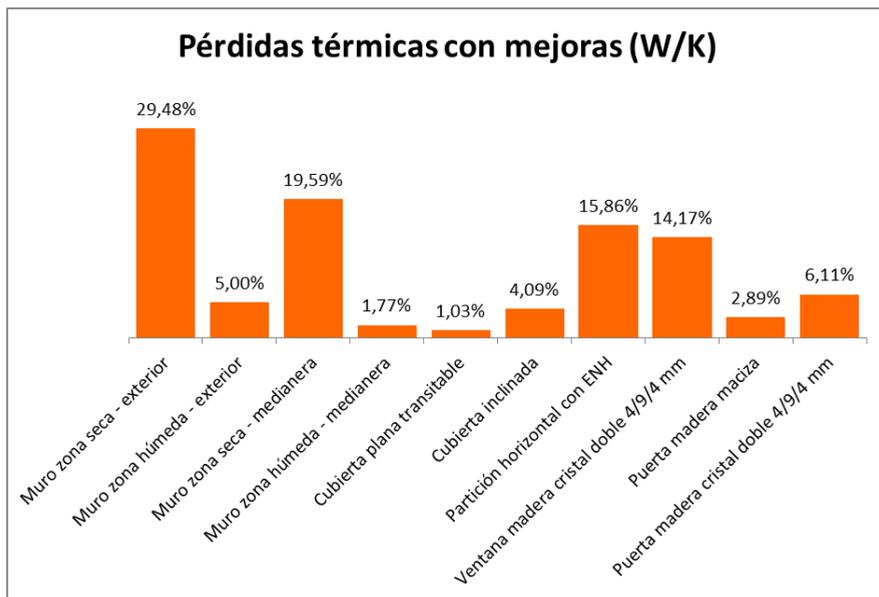


Figura 30. Pérdidas térmicas por tipo de cerramientos mejorados

Este gráfico simplemente muestra por donde se escapa más energía de la vivienda.

Para ver que las mejoras han reducido mucho las pérdidas hay que fijarse en la siguiente tabla:

Tabla 34. Reducción de las pérdidas térmicas con las mejoras

| Reducción de las pérdidas térmicas | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Nombre | Pérdidas con mejoras | Pérdidas sin mejoras | % reducción pérdidas |
| Muro zona seca - exterior | 127,67 | 397,23 | 68% |
| Muro zona húmeda - exterior | 21,67 | 58,26 | 63% |
| Muro zona seca - medianera | 84,84 | 247,34 | 66% |
| Muro zona húmeda - medianera | 7,67 | 22,26 | 66% |
| Cubierta plana transitable | 4,47 | 36,33 | 88% |
| Cubierta inclinada | 17,72 | 193,10 | 91% |
| Partición horizontal con ENH | 68,66 | 220,34 | 69% |
| Ventanas | 61,37 | 78,63 | 22% |
| Puerta madera maciza | 12,50 | 12,50 | 0% |
| Puerta madera con cristal | 26,44 | 46,55 | 43% |
| Total | 433,02 | 1312,54 | 67% |

Después de las mejoras, se ha reducido un 67% las pérdidas térmicas. De 1312.54 W/K se ha pasado a 433.02W/K.

De manera gráfica se aprecia mejor:

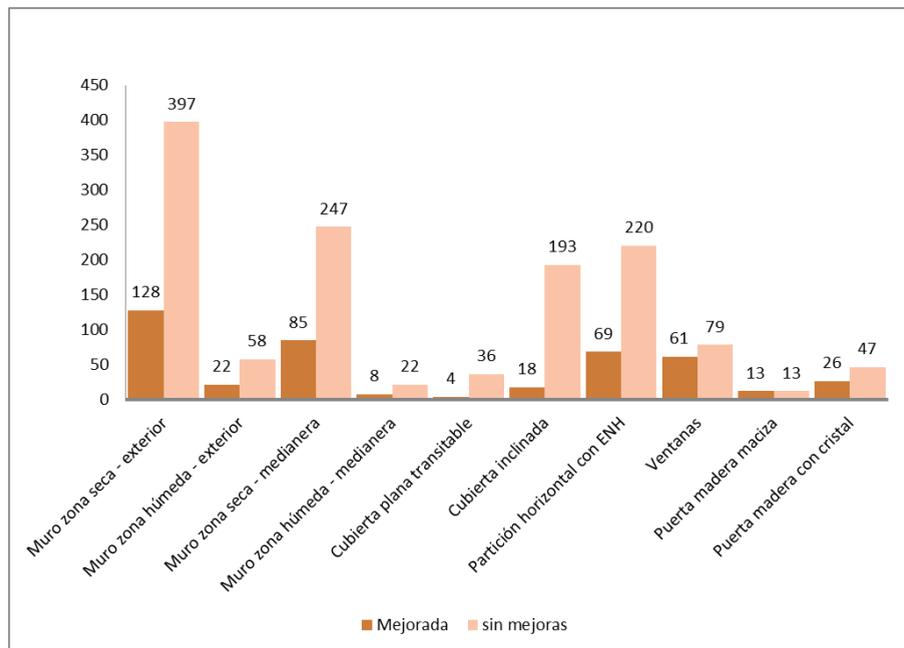


Figura 31. Comparación pérdidas térmicas por tipo de cerramiento (W/K)

ANALISIS DE LA DEMANDA ENERGETICA

18 Demanda de agua caliente sanitaria (ACS)

Para conocer la demanda de ACS que se necesita en la vivienda se va a proceder a seguir los pasos que vienen dados en el CTE, en el DB-HE 4 *“Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”* a pesar de que no le es exigible a la vivienda objeto.

Según el CTE en la *“tabla 4.1 Demanda de referencia a 60°C”* observamos que en vivienda se consumen 28 litros al día por persona.

| Criterio de demanda | Litros/día-unidad | unidad |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|
| Vivienda | 28 | Por persona |
| Hospitales y clínicas | 55 | Por persona |
| Ambulatorio y centro de salud | 41 | Por persona |
| Hotel ***** | 69 | Por persona |
| Hotel **** | 55 | Por persona |
| Hotel *** | 41 | Por persona |
| Hotel/hostal ** | 34 | Por persona |
| Camping | 21 | Por persona |
| Hostal/pensión * | 28 | Por persona |
| Residencia | 41 | Por persona |
| Centro penitenciario | 28 | Por persona |
| Albergue | 24 | Por persona |
| Vestuarios/Duchas colectivas | 21 | Por persona |
| Escuela sin ducha | 4 | Por persona |
| Escuela con ducha | 21 | Por persona |
| Cuarteles | 28 | Por persona |
| Fábricas y talleres | 21 | Por persona |
| Oficinas | 2 | Por persona |
| Gimnasios | 21 | Por persona |
| Restaurantes | 8 | Por persona |
| Cafeterías | 1 | Por persona |

Figura 32. Demanda de referencia a 60°C. DB-HE4

Y a través de la “*tabla 4.2 Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado*” obtenemos que el número de personas en la vivienda sea 5 ya que se dispone de 4 dormitorios.

| Número de dormitorios | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | ≥6 |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| <i>Número de Personas</i> | 1,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |

Figura 33. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.

Por tanto, si se consideran 5 personas, y cada una de ellas consume un total de 28 litros al día, obtenemos que el gasto total diario de ACS es de 140 litros al día. Con lo cual obtenemos que la contribución solar mínima anual para ACS será mínimo del 50% ya que la demanda total está entre los valores 50 y 5000 litros al día y la vivienda se encuentra en zona IV, obteniendo dicho valor de la “*tabla 2.1 contribución solar mínima anual para ACS en %*”.

Tabla x. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

| 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 x. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Una vez conocida la demanda de agua que utilizan los usuarios al día (140 l/día) debe calcularse la energía que debe ser aportada para aumentar la temperatura del agua a 60°C (temperatura de servicio). Para ello se cogen los valores de la temperatura mínima mensual del agua de la red de la provincia donde se encuentra la vivienda (Valencia), de la “*tabla B.1 Temperatura diaria mensual de agua fría (°C)*” del DB-HE 4 Apéndice B.

| Capital de provincia | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A Coruña | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 16 | 15 | 14 | 12 | 11 |
| Alicante | 7 | 8 | 9 | 11 | 14 | 17 | 19 | 19 | 17 | 13 | 9 | 7 |
| Alicante-Alicant | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 20 | 19 | 16 | 13 | 12 |
| Almería | 12 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| Ávila | 6 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 17 | 16 | 14 | 11 | 8 | 6 |
| Badajoz | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 | 20 | 18 | 15 | 12 | 9 |
| Barcelona | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 17 | 19 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 |
| Bilbao-Bilbo | 9 | 10 | 10 | 11 | 13 | 15 | 17 | 17 | 16 | 14 | 11 | 10 |
| Burgos | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 16 | 16 | 14 | 11 | 7 | 6 |
| Cáceres | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 21 | 20 | 19 | 15 | 11 | 9 |
| Cádiz | 12 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 19 | 20 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| Castellón-Castello | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 18 | 19 | 20 | 18 | 16 | 12 | 11 |
| Ceuta | 11 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 18 | 17 | 15 | 13 | 12 |
| Ciudad Real | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 17 | 20 | 20 | 17 | 13 | 10 | 7 |
| Córdoba | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 19 | 21 | 21 | 19 | 16 | 12 | 10 |
| Cuenca | 6 | 7 | 8 | 10 | 13 | 16 | 18 | 18 | 16 | 12 | 9 | 7 |
| Clonsa | 8 | 9 | 10 | 11 | 14 | 16 | 19 | 18 | 17 | 14 | 10 | 9 |
| Granada | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 17 | 20 | 19 | 17 | 14 | 11 | 8 |
| Guadalajara | 7 | 8 | 9 | 11 | 14 | 17 | 19 | 19 | 16 | 13 | 9 | 7 |
| Huelva | 12 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 20 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| Huesca | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 16 | 19 | 18 | 17 | 13 | 9 | 7 |
| Jasín | 9 | 10 | 11 | 13 | 16 | 19 | 21 | 21 | 19 | 15 | 12 | 9 |
| Las Palmas de Gran Canaria | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 18 | 19 | 19 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| Léon | 6 | 6 | 8 | 9 | 12 | 14 | 16 | 16 | 15 | 11 | 8 | 6 |
| Lleida | 7 | 9 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 19 | 17 | 14 | 10 | 7 |
| Logroño | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 | 16 | 18 | 18 | 16 | 13 | 10 | 8 |
| Lugo | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 | 15 | 14 | 12 | 9 | 8 |
| Madrid | 8 | 8 | 10 | 12 | 14 | 17 | 20 | 19 | 17 | 13 | 10 | 8 |
| Málaga | 12 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 20 | 19 | 16 | 14 | 12 |
| Malilla | 12 | 13 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 | 20 | 19 | 17 | 14 | 13 |
| Marcia | 11 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 20 | 18 | 16 | 13 | 11 |
| Ciudad de Murcia | 8 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 18 | 17 | 13 | 11 | 9 |
| Oviedo | 9 | 9 | 10 | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 15 | 13 | 10 | 9 |
| Palencia | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 17 | 15 | 12 | 9 | 6 |
| Palma de Mallorca | 11 | 11 | 12 | 13 | 15 | 18 | 20 | 20 | 19 | 17 | 14 | 12 |
| Pamplona-Iruña | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 17 | 17 | 16 | 13 | 9 | 7 |
| Pontevedra | 10 | 11 | 11 | 13 | 14 | 16 | 17 | 17 | 16 | 14 | 12 | 10 |
| Salamanca | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 17 | 15 | 12 | 8 | 6 |
| San Sebastián | 9 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 16 | 15 | 14 | 11 | 9 |
| Santa Cruz de Tenerife | 15 | 15 | 16 | 16 | 17 | 18 | 20 | 20 | 20 | 18 | 17 | 16 |
| Santander | 10 | 10 | 11 | 11 | 13 | 15 | 16 | 16 | 16 | 14 | 12 | 10 |
| Segovia | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 18 | 18 | 15 | 12 | 8 | 6 |
| Sevilla | 11 | 11 | 13 | 14 | 16 | 19 | 21 | 21 | 20 | 16 | 13 | 11 |
| Soria | 5 | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 17 | 16 | 14 | 11 | 8 | 6 |
| Tarragona | 10 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 20 | 19 | 16 | 12 | 11 |
| Teruel | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 15 | 18 | 17 | 15 | 12 | 8 | 6 |
| Torres | 8 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 18 | 16 | 14 | 11 | 9 |
| Valencia | 10 | 11 | 12 | 13 | 15 | 17 | 19 | 20 | 18 | 16 | 13 | 11 |
| Valladolid | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 18 | 18 | 16 | 12 | 9 | 7 |
| Vitoria-Gasteiz | 7 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 14 | 12 | 8 | 7 |
| Zamora | 6 | 8 | 9 | 10 | 13 | 16 | 18 | 18 | 16 | 12 | 9 | 7 |
| Zaragoza | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 19 | 17 | 14 | 10 | 8 |

Figura 34. Temperatura media del agua fría.

Una vez obtenidos los valores se procede a calcular el salto térmico mensual necesario para que el agua alcance los 60°C a través de la siguiente expresión:

$$\Delta T = T^{\text{a}} \text{ servicio} - T^{\text{a}} \text{ red}$$

- $T^{\text{a}} \text{ servicio} = 60^{\circ}\text{C}$
- $T^{\text{a}} \text{ red} = \text{Temperatura diaria media de agua fría}$

Y la energía que se necesita para calentar dicha agua:

$$Q = V \cdot \delta \cdot Ce \cdot \Delta T$$

- $Q = \text{Cantidad de calor necesaria (Kcal)}$
- $V = \text{Volumen total de ACS de la vivienda} = 140\text{l/d}$
- $\delta = \text{Densidad del agua} = 1\text{kg/l}$
- $Ce = \text{Calor específico del agua} = 1\text{Kcal/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$
- $\Delta T = \text{Salto térmico hasta } 60^{\circ}\text{C}$

A continuación se muestra en la tabla la energía que se necesita para obtener ACS:

Tabla 35. Demanda de ACS

| MES | T ^a red (°C) | T ^a serv. (°C) | ΔT (°C) | Demanda (l/día) | δ (kg/l) | Ce (Kcal/día) | Q (Kcal/día) | Q (KJ/día) | Q (KWh/día) | Q (KWh/mes) | Q (KWh/año) |
|------------|-------------------------|---------------------------|---------|-----------------|----------|---------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Enero | 10 | 60 | 50 | 140 | 1 | 1 | 7000 | 29302,00 | 8,14 | 252,32 | 2697,25 |
| Febrero | 11 | | 49 | | | | 6860 | 28715,96 | 7,98 | 223,35 | |
| Marzo | 12 | | 48 | | | | 6720 | 28129,92 | 7,81 | 242,23 | |
| Abril | 13 | | 47 | | | | 6580 | 27543,88 | 7,65 | 229,53 | |
| Mayo | 15 | | 45 | | | | 6300 | 26371,80 | 7,33 | 227,09 | |
| Junio | 17 | | 43 | | | | 6020 | 25199,72 | 7,00 | 210,00 | |
| Julio | 19 | | 41 | | | | 5740 | 24027,64 | 6,67 | 206,90 | |
| Agosto | 20 | | 40 | | | | 5600 | 23441,60 | 6,51 | 201,86 | |
| Septiembre | 18 | | 42 | | | | 5880 | 24613,68 | 6,84 | 205,11 | |
| Octubre | 16 | | 44 | | | | 6160 | 25785,76 | 7,16 | 222,04 | |
| Noviembre | 13 | | 47 | | | | 6580 | 27543,88 | 7,65 | 229,53 | |
| Diciembre | 11 | | 49 | | | | 6860 | 28715,96 | 7,98 | 247,28 | |

En el siguiente gráfico se muestra la demanda de ACS mensual:

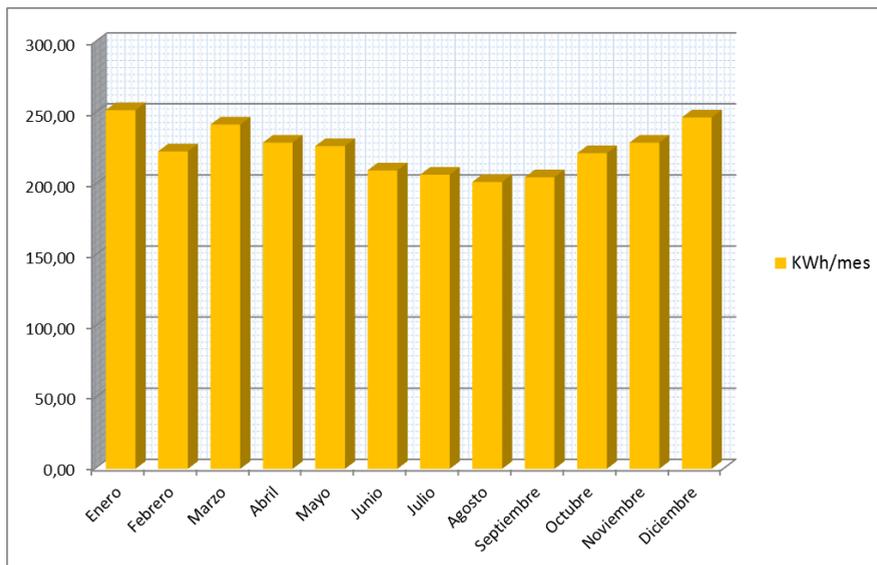


Figura 35. Demanda de ACS mensual

Se ha obtenido que la demanda de ACS durante el año es de aproximadamente 2700 KWh pero el CTE nos exige que la contribución mínima debe ser superior al 50%, por tanto, habrá que buscar captadores que puedan suministrar mínimo 1350 KWh.

19 Demanda de calefacción

La energía que se necesita para mantener caliente la vivienda a una temperatura adecuada viene dada por la siguiente fórmula:

$$m = \frac{P \cdot V \cdot Mr}{R \cdot T}$$

- m = masa de aire a calentar (kg)
- P = presión atmosférica = 1 atm
- V = volumen de aire a calentar (m^3)
- Mr = peso molecular del aire = 28.96 kg/kmol
- R = constante universal de los gases ideales = 0.082054 atm·m³/K·kmol
- T = temperatura a la que se encuentra el aire a calentar (K)

Para saber la cantidad de aire que se tiene que calentar debemos conocer su volumen. Por ello obtenemos dicho volumen de aire (m^3) mediante la superficie útil y la altura libre de la vivienda en todas las plantas:

$$V_{PB} = 121m^2 \cdot 3m = 363m^3 \text{ (49\%)}$$

$$V_{P1} = 125m^2 \cdot 3m = 375m^3 \text{ (51\%)}$$

$$V_{total} = 738m^3$$

En la siguiente tabla se ha obtenido la cantidad de aire que hay que calentar de forma mensual. Para ello se han obtenido los valores de la temperatura media mensual de la *“tabla C.1 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %”* del DA-DB-HE /2, Apéndice C.

| Localidad | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Madrid | T _{med} | 6,2 | 7,4 | 9,9 | 12,2 | 16,0 | 20,7 | 24,4 | 23,9 | 20,5 | 14,7 | 9,4 | 6,4 |
| | HR _{med} | 71 | 66 | 56 | 55 | 51 | 46 | 37 | 39 | 50 | 63 | 70 | 73 |
| Málaga | T _{med} | 12,2 | 12,8 | 14,0 | 15,8 | 18,7 | 22,1 | 24,7 | 25,3 | 23,1 | 19,1 | 15,1 | 12,6 |
| | HR _{med} | 71 | 70 | 66 | 65 | 61 | 59 | 60 | 63 | 65 | 70 | 72 | 72 |
| Melilla | T _{med} | 13,2 | 13,8 | 14,6 | 15,9 | 18,3 | 21,5 | 24,4 | 25,3 | 23,5 | 20,0 | 16,6 | 14,1 |
| | HR _{med} | 72 | 72 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 68 | 72 | 75 | 74 | 73 |
| Toledo | T _{med} | 6,1 | 8,1 | 10,9 | 12,8 | 16,8 | 22,5 | 26,5 | 25,7 | 22,6 | 16,2 | 10,7 | 7,1 |
| | HR _{med} | 78 | 72 | 59 | 62 | 55 | 47 | 43 | 45 | 54 | 68 | 77 | 81 |
| Valencia | T _{med} | 10,4 | 11,4 | 12,6 | 14,5 | 17,4 | 21,1 | 24,0 | 24,5 | 22,3 | 18,3 | 13,7 | 10,9 |
| | HR _{med} | 63 | 61 | 60 | 62 | 64 | 66 | 67 | 69 | 68 | 67 | 66 | 64 |
| Valladolid | T _{med} | 4,1 | 6,1 | 8,1 | 9,9 | 13,3 | 18,0 | 21,5 | 21,3 | 18,6 | 12,9 | 7,6 | 4,8 |
| | HR _{med} | 82 | 72 | 62 | 61 | 57 | 52 | 44 | 46 | 53 | 67 | 77 | 83 |

Figura 36. Demanda de ACS mensual

La tabla es la siguiente:

Tabla 36. Demanda de calefacción por meses

| MES | Tª media (°C) | Tª media (°K) | Presión (atm) | Volumen (m³) | Mr (kg/kmol) | R | m (kg/día) |
|------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|------------|
| Enero | 10,40 | 283,40 | 1 | 738 | 28,96 | 0,082054 | 919,08 |
| Febrero | 11,40 | 284,40 | | | | | 915,85 |
| Marzo | 12,60 | 285,60 | | | | | 912,00 |
| Abril | 14,50 | 287,50 | | | | | 905,98 |
| Mayo | 17,40 | 290,40 | | | | | 896,93 |
| Junio | 21,10 | 294,10 | | | | | 885,65 |
| Julio | 24,00 | 297,00 | | | | | 877,00 |
| Agosto | 24,50 | 297,50 | | | | | 875,52 |
| Septiembre | 22,30 | 295,30 | | | | | 882,05 |
| Octubre | 18,30 | 291,30 | | | | | 894,16 |
| Noviembre | 13,70 | 286,70 | | | | | 908,51 |
| Diciembre | 10,90 | 283,90 | | | | | 917,47 |

Una vez calculada la demanda hay que obtener la energía necesaria para calentar dicha cantidad de aire. Hay que tener en cuenta que la masa de aire calculada no es la real ya que las diferentes estancias no son estancas ya que cada una de ellas tiene transmitancias térmicas, lo que conlleva a que tengan pérdidas de calor. Por tanto, se considera una renovación diaria del aire en un 50% del mismo.

Dicho esto se calcula la energía a través de la siguiente fórmula:

$$Q = m \cdot Ce \cdot \Delta T$$

- Q = cantidad de calor necesaria (Kcal)
- M = masa total de aire a calentar (kg)
- Ce = calor específico del aire = 0.24 Kcal/kg·K
- ΔT = salto térmico (°C)

Se considera una temperatura interior de 20°C para calcular el salto térmico (ΔT)

Tabla 37. Demanda de calefacción anual ideal

| MES | m + 50% (kg/día) | Ce | Tª interior | Tª media (°C) | ΔT (°C) | Q (Kcal/día) | Q (KJ/día) | Q (KWh/día) | Q (KWh/mes) | Q (KWh/año) |
|------------|------------------|------|-------------|---------------|---------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Enero | 1378,63 | 0,24 | 20 | 10,40 | 9,60 | 3176,36 | 13296,22 | 3,69 | 114,50 | 588,28 |
| Febrero | 1373,78 | | | 11,40 | 8,60 | 2835,48 | 11869,32 | 3,30 | 92,32 | |
| Marzo | 1368,01 | | | 12,60 | 7,40 | 2429,58 | 10170,22 | 2,83 | 87,58 | |
| Abril | 1358,97 | | | 14,50 | 5,50 | 1793,84 | 7508,99 | 2,09 | 64,66 | |
| Mayo | 1345,39 | | | 17,40 | 2,60 | 839,53 | 3514,26 | 0,98 | 29,29 | |
| Junio | 1328,47 | | | 21,10 | -1,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Julio | 1315,50 | | | 24,00 | -4,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Agosto | 1313,29 | | | 24,50 | -4,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Septiembre | 1323,07 | | | 22,30 | -2,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Octubre | 1341,24 | | | 18,30 | 1,70 | 547,23 | 2290,68 | 0,64 | 19,73 | |
| Noviembre | 1362,76 | | | 13,70 | 6,30 | 2060,49 | 8625,21 | 2,40 | 71,88 | |
| Diciembre | 1376,20 | | | 10,90 | 9,10 | 3005,62 | 12581,51 | 3,49 | 108,34 | |

Como se puede observar en la tabla, la demanda ideal por año que debería tener cada una de las plantas debería ser en planta baja de 288.25KWh y en la planta primera de 300KWh.

Puesto que en los meses de verano (junio, julio agosto y septiembre) la demanda de calefacción es negativa en la tabla se ha reflejado con la cifra "0" ya que durante esos meses no se necesita calefacción.

Como se ha visto anteriormente, la vivienda tiene unas pérdidas térmicas a pesar de las mejoras que se han realizado, a pesar de que estas las han reducido mucho. La cuantía de pérdidas alcanza un valor de 483.75 W/K y por lo tanto habrá que tenerlas en cuenta a la hora de dimensionar la calefacción.

En la siguiente tabla se muestra la demanda de calefacción de la vivienda teniendo en cuenta las pérdidas térmicas que tiene la envolvente. Para dicho estudio se han obtenido los valores del IDAE en su *"Guía técnica: Condiciones climáticas exteriores de proyecto"* donde se han adquirido los valores de GDM (Grados días de temperatura) base 20/20.

Tabla 38. Demanda de calefacción anual real

| MES | GDM (K·día) | Pérdidas (W/K) | Q pérdidas (W·día) | Q pérdidas (KWh) | Q (KWh/mes) | Q real total (KWh/mes) | Q real total (KWh/año) |
|------------|-------------|----------------|--------------------|------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| Enero | 256 | 483,75 | 123840 | 2972,16 | 95,88 | 3068,04 | 14908,81 |
| Febrero | 214 | | 103522,5 | 2484,54 | 88,73 | 2573,27 | |
| Marzo | 169 | | 81753,75 | 1962,09 | 63,29 | 2025,38 | |
| Abril | 118 | | 57082,5 | 1369,98 | 45,67 | 1415,65 | |
| Mayo | 55 | | 26606,25 | 638,55 | 20,60 | 659,15 | |
| Junio | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Julio | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Agosto | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Septiembre | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Octubre | 45 | | 21768,75 | 522,45 | 16,85 | 539,30 | |
| Noviembre | 160 | | 77400 | 1857,6 | 61,92 | 1919,52 | |
| Diciembre | 226 | | 109327,5 | 2623,86 | 84,64 | 2708,50 | |

Obtenemos una demanda anual total de 14908.81 KWh para toda la vivienda, la cual tiene una superficie útil de 246m². Por tanto la demanda es de 60.60 KWh/m². La diferencia de metros cuadrados entre una planta y otra es muy pequeña, por lo que cada planta necesita la misma demanda de calefacción, es decir, 30.30 KWh/m² cada planta.

En el siguiente gráfico se ve la demanda de calefacción de manera visual:

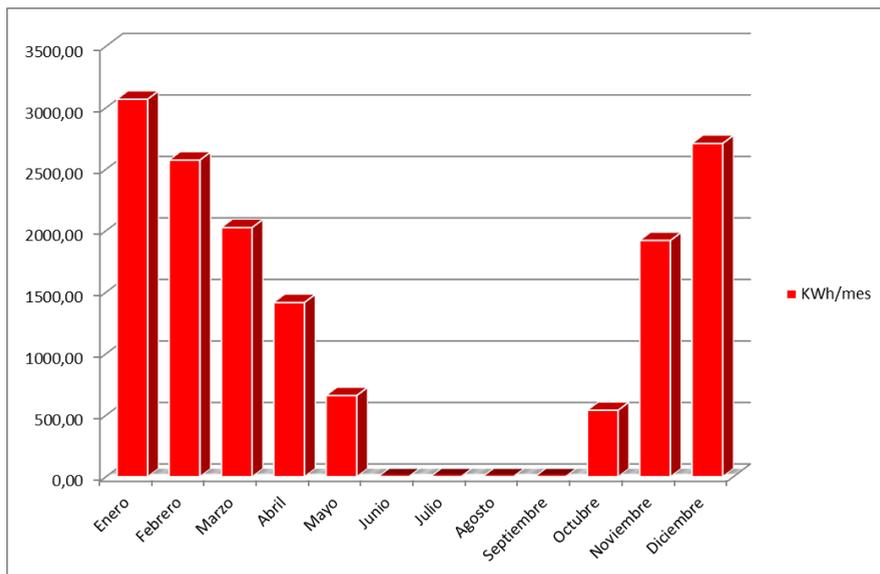


Figura 37. Demanda de calefacción mensual

20 Demanda de refrigeración

En nuestro caso no será necesario la colocación de un sistema de refrigeración debido a que los muros son de piedra mantienen el interior de la casa frío.

El clima es parecido al de Valencia capital pero las temperaturas máximas en verano no son tan altas, por lo tanto el uso de refrigeración sería muy escaso y por ello no se va a instalar ningún sistema.

21 Resumen de la demanda energética

A modo de resumen se muestran en la siguiente tabla toda la energía que se necesita mensualmente para cumplir las demandas que exige la vivienda:

Tabla 39. Resumen demandas energéticas anual y mensualmente

| MES | Q ACS (KWh/mes) | Q Calefacción (KWh/mes) | Q Refrigeración (KWh/mes) | Q total (KWh/mes) | Q total (KWh/año) |
|--------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|
| Enero | 252,32 | 3068,04 | 0 | 3320,36 | 17606,06 |
| Febrero | 223,35 | 2573,27 | 0 | 2796,62 | |
| Marzo | 242,23 | 2025,38 | 0 | 2267,61 | |
| Abril | 229,53 | 1415,65 | 0 | 1645,18 | |
| Mayo | 227,09 | 659,15 | 0 | 886,24 | |
| Junio | 210,00 | 0,00 | 0 | 210,00 | |
| Julio | 206,90 | 0,00 | 0 | 206,90 | |
| Agosto | 201,86 | 0,00 | 0 | 201,86 | |
| Septiembre | 205,11 | 0,00 | 0 | 205,11 | |
| Octubre | 222,04 | 539,30 | 0 | 761,35 | |
| Noviembre | 229,53 | 1919,52 | 0 | 2149,05 | |
| Diciembre | 247,28 | 2708,50 | 0 | 2955,78 | |
| TOTAL | 2697,25 | 14908,81 | 0 | 17606,06 | |
| Porcentaje | 15,32 | 84,68 | 0 | 100% | |

En el siguiente gráfico se ve la demanda total requerida en nuestra vivienda a modo de resumen de manera visual:

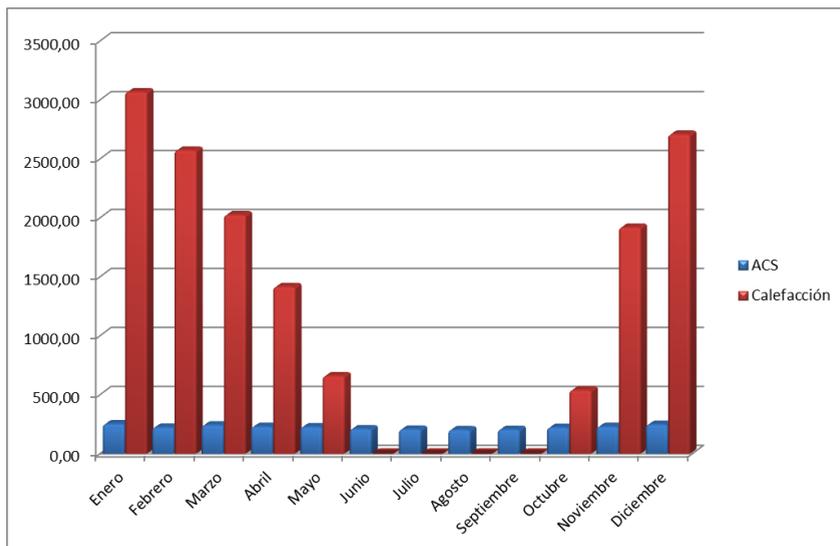


Figura 38. Demanda energética total mensual

SISTEMA SOLAR TERMICO

22 Tipo de instalación

Para la instalación de ACS se va a emplear el uso de captadores solares y para la calefacción se empleará un circuito cerrado con una caldera biomasa de pellets apoyado por los captadores solares. La última planta queda exenta de dichas instalaciones ya que es una superficie no habitable.

23 ACS

23.1 Captadores solares

Para el suministro de ACS se va a instalar captadores solares para aprovechar la energía solar.

Dichos captadores van a ser colocados en la cubierta más alta de la vivienda con un ángulo de 40° (inicialmente) con respecto a la horizontal y orientados al sur para garantizar su máximo rendimiento.

Los factores a tener en cuenta para su dimensionamiento son:

Pérdidas por orientación e inclinación

Según el CTE-HE4 en el apartado 2.1.11 se considera el sur como la orientación óptima e inclinación óptima dependiendo del periodo en el que se use:

- Demanda constante anual: la latitud geográfica
- Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica $+10^\circ$

- Demanda preferente en verano: la latitud geográfica -10°

Por lo tanto, nuestros captadores solares tendrán una inclinación de 28° con respecto de la horizontal debido a que la latitud de Aiolo de Rugat es de 38° y estas solo van a ser utilizadas en los meses de verano.

En conclusión, la orientación será hacia el sur y la inclinación de 28° con respecto a la horizontal. Con dichos datos, vemos las pérdidas que se producen:

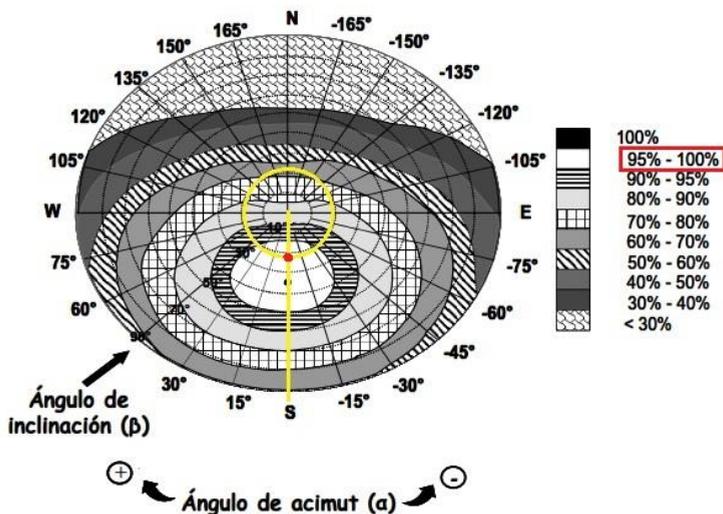


Figura 39. Porcentaje de energía respecto al máximo por pérdidas de orientación e inclinación.

Como se puede observar en el gráfico, las pérdidas son entre un 0% y un 5%, así que prácticamente no se contemplan apenas pérdidas.

Pérdidas por sombras

En nuestro caso no hay pérdidas por sombras ya que es una de las viviendas más altas del pueblo y no hay ningún obstáculo que impida que le dé el sol directamente sin problema.

Por lo tanto se cumple lo que dice el CTE en la tabla 2.4 “Pérdidas límite” ya que como se ha dicho antes, las pérdidas por sombra son inferiores al 10% y por sombras es 0.

| Caso | Orientación e inclinación | Sombras | Total |
|----------------------------|---------------------------|---------|-------|
| General | 10 % | 10 % | 15 % |
| Superposición | 20 % | 15 % | 30 % |
| Integración arquitectónica | 40 % | 20 % | 50 % |

Figura 40. Pérdidas límite CTE-H4.

Para conocer la energía producida de cada captador, utilizamos una herramienta online en www.konstruir.com introduciendo en ella los valores (Tipo de edificio, consumo por persona, zona climática, tª agua, tipo de captador, inclinación y desorientación) donde obtenemos la energía que aporta cada captador mensualmente y su producción energética en KWh.

Se han elegido dos captadores de marcas diferentes: VALIANT VFK 135 D 2014 y VIESSMANN VITOSOL 200F SV2 respectivamente los cuales se muestran sus características a continuación en la tabla:

Tabla 40. Características captadores

| MODELO | VAILLANT VFK 135 D 2014 | VISSMANN VITOSOL 200F SV2 |
|--|-------------------------|---------------------------|
| Dimensiones (mm) | 2033 x 1233 x 80 | 2380 x 1056 x 90 |
| Área total (m ²) | 2,51 | 2,51 |
| Área útil (m ²) | 2,35 | 2,33 |
| Rendimiento (η) % | 81,4 | 79,2 |
| Coefficiente de pérdidas K1 (W/m ² K) | 2,645 | 4,04 |
| Coefficiente de pérdidas K1 (W/m ² K) | 0,033 | 0,018 |
| Precio (€) | 771 | 892 |

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos a través de la mencionada herramienta www.konstruir.com donde se refleja su producción energética y el porcentaje de energía aportado.

Tabla 41. Contribución solar de los captadores

| | | VAILLANT VFK 135 D 2014 | | VISSMANN VITOSOL 200F SV2 | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| MES | DEMANDA ACS (KWh) | Producción energética captador (KWh) | Energía aportada (%) | Producción energética captador (KWh) | Energía aportada (%) |
| Enero | 252,32 | 120 | 36% | 114 | 34% |
| Febrero | 223,35 | 141 | 47% | 135 | 45% |
| Marzo | 242,23 | 198 | 62% | 191 | 60% |
| Abril | 229,53 | 207 | 70% | 200 | 68% |
| Mayo | 227,09 | 226 | 76% | 219 | 74% |
| Junio | 210,00 | 231 | 82% | 225 | 80% |
| Julio | 206,90 | 251 | 88% | 245 | 86% |
| Agosto | 201,86 | 242 | 83% | 236 | 81% |
| Septiembre | 205,11 | 215 | 75% | 209 | 73% |
| Octubre | 222,04 | 183 | 60% | 177 | 58% |
| Noviembre | 229,53 | 140 | 46% | 134 | 44% |
| Diciembre | 247,28 | 109 | 32% | 103 | 31% |
| ANUAL | 2697,25 | 2263 | 63% | 2188 | 61% |

Ambos captadores cumplen lo que exige el CTE, mencionado anteriormente, ya que en ningún mes se sobrepasa el 110% de la energía producida, no existen 3 meses consecutivos en los cuales se produzca más del 100% de energía demandada y los captadores producen una demanda superior al 50% de la necesaria.

Respecto al volumen del acumulador se ha optado por la elección de uno de 150 litros, el cual cumple la relación $50 < V/A < 180$, donde “V” es el volumen del acumulador de agua y “A” la suma de las superficies útiles de los captadores en metros cuadrados.

Por tanto, ambos captadores cumplen el objetivo de suministrar ACS durante los meses calurosos, pero se va a estudiar la posibilidad de colocar otro más para que toda el ACS dependa de ellos.

Tras haber estudiado los dos tipos de captadores, se ha llegado a la conclusión de que sus características son muy parecidas, con lo cual el criterio de elección va a ser el coste de su instalación y mantenimiento.

El precio del captador marca “*Vaillant*” es más de 100€ más barato y además es mucho más efectivo. Por lo tanto, el captador elegido para abastecer el ACS será “*Vaillant VFK 135D*”.

En cuanto al coste total de la instalación de un solo captador será de **2695€**.

23.2 ACS + Calefacción

En el apartado anterior hemos llegado a la conclusión de que con un solo captador es posible abastecer de ACS a la vivienda durante 6 meses (Abril-Octubre), por tanto, se va a estudiar la posibilidad de la colocación de otro captador para que toda el ACS sea producida por captadores solares y que además contribuya a la calefacción por lo menos en la planta baja ya que es la más frecuentada.

Se va a calcular la energía que producen 2 captadores a través del método F-CHART:

Tabla 42. Energía aportada por 2 captadores

| | | 2 captadoresVAILLANT VFK 135 D 2014 | |
|-------------------|---|---|---------------------------------|
| MES | DEMANDA ACS + CALEFACCION PB (KWh) | Producción energética captador (KWh) | Energía aportada (%) |
| Enero | 1786,34 | 240 | 62% |
| Febrero | 1509,98 | 282 | 80% |
| Marzo | 1254,92 | 396 | 99% |
| Abril | 937,36 | 414 | 107% |
| Mayo | 556,66 | 452 | 113% |
| Junio | 210,00 | 462 | 119% |
| Julio | 206,90 | 502 | 124% |
| Agosto | 201,86 | 484 | 120% |
| Septiembre | 205,11 | 430 | 112% |
| Octubre | 491,70 | 366 | 96% |
| Noviembre | 1189,29 | 280 | 77% |
| Diciembre | 1601,53 | 218 | 57% |
| ANUAL | 10151,65 | 4526 | 97% |

El volumen del depósito ya no será 150L, sino que será 250L, cumpliendo la relación que establece el CTE $50 < V/A < 180$.

La problemática de colocar 2 captadores es que en algunos meses hay una sobreproducción de energía incumpliendo de esta manera lo que dice el CTE. Como podemos ver en la tabla, desde abril hasta octubre se produce más del 100% de la demanda, algunos meses superan el 110% y además hay 3 meses consecutivos produciendo más del 100%.

En el caso de que fuera rentable colocar dos captadores, con la energía sobrante durante los meses que hay un exceso, se tomarían alguna de las siguientes medidas para evitar problemas por sobrecalentamiento:

- Utilización de dicha energía para otros fines.
- Colocación de un sistema de vaciado y llenado automático.
- Tapar parte de los captadores durante los meses de sobreproducción para que no se produzca tanta energía.

Finalmente, el coste de instalar 2 captadores con un depósito acumulador de 250L será **3.651€**.

Tras la instalación de 2 captadores *Auro STEP plus 135D (Vaillant)* se refleja en la siguiente tabla el aporte energético que hacen tanto en ACS como en calefacción:

Tabla 43. Energía aportada por 2 captadores

| Mes | Demanda ACS (KWh/mes) | Demanda calefacción (KWh/mes) | Producción energética captadores (KWh) | Energía aportada (%) | Energía aprovechada captadores (KWh) | % Energía aprovechada | % Demanda ACS cubierta | % Demanda calefacción cubierta |
|------------|-----------------------|-------------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| Enero | 252,32 | 1534,02 | 240 | 62% | 240 | 100% | 95% | 0% |
| Febrero | 223,35 | 1286,64 | 282 | 80% | 282 | 100% | 100% | 5% |
| Marzo | 242,23 | 1012,69 | 396 | 99% | 396 | 100% | 100% | 15% |
| Abril | 229,53 | 707,82 | 414 | 107% | 387 | 93% | 100% | 22% |
| Mayo | 227,09 | 329,57 | 452 | 113% | 400 | 89% | 100% | 52% |
| Junio | 210,00 | 0,00 | 462 | 119% | 388 | 84% | 100% | 0% |
| Julio | 206,90 | 0,00 | 502 | 124% | 405 | 81% | 100% | 0% |
| Agosto | 201,86 | 0,00 | 484 | 120% | 403 | 83% | 100% | 0% |
| Septiembre | 205,11 | 0,00 | 430 | 112% | 384 | 89% | 100% | 0% |
| Octubre | 222,04 | 269,65 | 366 | 96% | 366 | 100% | 100% | 53% |
| Noviembre | 229,53 | 959,76 | 280 | 77% | 280 | 100% | 100% | 5% |
| Diciembre | 247,28 | 1354,25 | 218 | 57% | 218 | 100% | 88% | 0% |
| Totales | 2697,25 | 7454,41 | 4526 | 79% | 4149 | 87% | 99% | 13% |
| TOTAL | 10151,65 | | | | 4149 | | 56% | |

De la energía que producen los captadores, solamente un 87% es aprovechada, con lo cual la energía que aportan realmente es un 56%.

En resumen, vemos que durante los meses desde mayo hasta octubre hay una sobreproducción de energía, por lo que la opción de colocar aún más captadores es inviable ya que esto supondría una sobreproducción mucho mayor y como consecuencia podría producirse un sobrecalentamiento de la instalación, lo que conllevaría graves problemas.

Con dos captadores se cumple totalmente la demanda de ACS con lo que nos evitamos la instalación de una caldera para dicho fin, a pesar que la caldera instalada para la calefacción servirá de apoyo en caso de que se necesite, y aparte ayuda un 13% a la calefacción.

AMORTIZACION

En la siguiente tabla se muestra la amortización que supone la instalación de dos captadores solares para ACS, ayudando también a calefacción, comparando con el equipo que hay actualmente instalado de GLP, y suponiendo que el consumo de agua sea el mismo que el año pasado.

Tabla 44. Tiempo de amortización ACS

| TIPO | GLP | | 2 CAPTADORES | |
|--------------------------|----------|----------|--------------|------|
| ENERGIA AÑO PASADO (KWh) | 3785 | | | |
| COSTE (€/KWh) | 0,1103 | | 0 | |
| ELEMENTO (€) | 0 | | 3651 | |
| 1 AÑO | 417,49 | 417,49 | 3651 | 3651 |
| 2 AÑOS | 417,49 | 834,97 | 0 | 3651 |
| 3 AÑOS | 417,49 | 1252,46 | 0 | 3651 |
| 4 AÑOS | 417,49 | 1669,94 | 0 | 3651 |
| 5 AÑOS | 417,49 | 2087,43 | 0 | 3651 |
| 6 AÑOS | 417,49 | 2504,91 | 0 | 3651 |
| 7 AÑOS | 417,49 | 2922,40 | 0 | 3651 |
| 8 AÑOS | 417,49 | 3339,88 | 0 | 3651 |
| 9 AÑOS | 417,49 | 3757,37 | 0 | 3651 |
| 10 AÑOS | 417,49 | 4174,86 | 0 | 3651 |
| 11 AÑOS | 417,49 | 4592,34 | 0 | 3651 |
| 12 AÑOS | 417,49 | 5009,83 | 0 | 3651 |
| 13 AÑOS | 417,49 | 5427,31 | 0 | 3651 |
| 14 AÑOS | 417,49 | 5844,80 | 0 | 3651 |
| 15 AÑOS | 417,49 | 6262,28 | 0 | 3651 |
| 16 AÑOS | 417,49 | 6679,77 | 0 | 3651 |
| 17 AÑOS | 417,49 | 7097,25 | 0 | 3651 |
| 18 AÑOS | 417,49 | 7514,74 | 0 | 3651 |
| 19 AÑOS | 417,49 | 7932,22 | 0 | 3651 |
| 20 AÑOS | 417,49 | 8349,71 | 0 | 3651 |
| 21 AÑOS | 417,49 | 8767,20 | 0 | 3651 |
| 22 AÑOS | 417,49 | 9184,68 | 0 | 3651 |
| 23 AÑOS | 417,49 | 9602,17 | 0 | 3651 |
| 24 AÑOS | 417,49 | 10019,65 | 0 | 3651 |
| 25 AÑOS | 417,49 | 10437,14 | 0 | 3651 |
| TOTAL | 10437,14 | | 3651 | |

La instalación de los captadores se amortizaría a partir del 8º año, suponiendo que los captadores tienen una vida útil de 25 años, y dicho ahorro sería de 6786.14€ en 25 años, lo que supone un gran ahorro.

Aparte del ahorro económico que supone, es un método muy eficiente ya que se utiliza la energía solar para la producción de ACS.

A modo de resumen:

Tabla 45. Resumen amortización ACS

| CAPTADORES SOLARES | AÑOS DE AMORTIZACION | AÑOS DE AHORRO | AHORRO TOTAL |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 3.651,00 € | 8,75 | 16,25 | 6.784,37 € |

En el siguiente gráfico se aprecia mucho mejor el ahorro con la instalación de los captadores solares:

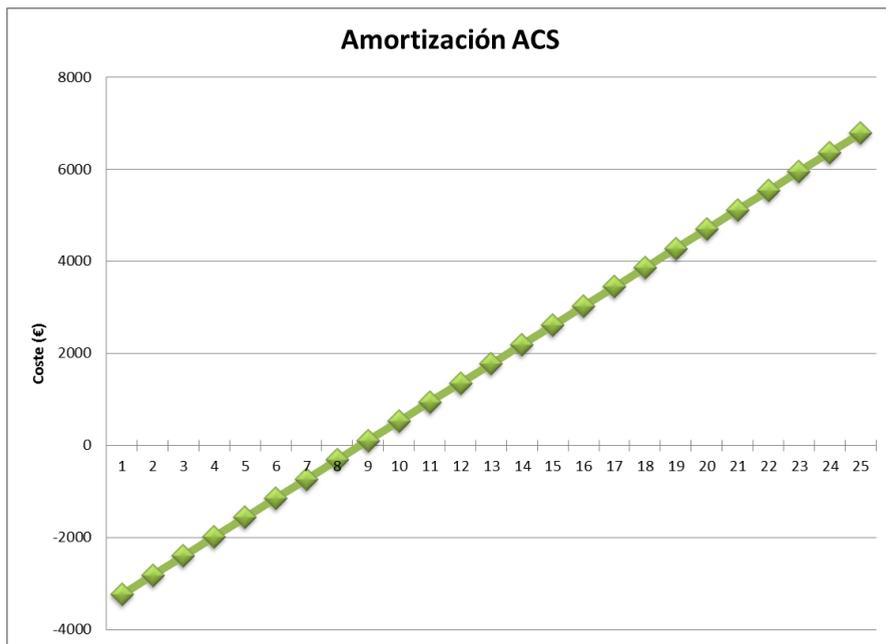


Figura 41. Gráfico amortización ACS

24 Calefacción

Lo primero que hay que tener en cuenta para la elección del sistema de calefacción en la vivienda es que no existe el gas ciudad en Aiello de Rugat. Esto nos limita mucho a la hora de elegir el tipo de caldera.

Para la calefacción se va a instalar una caldera de biomasa cuyo combustible serán los “pellets”. Los pellets son un pequeño conglomerado de entre dos y tres centímetros, a base de serrín prensado de madera y son suministrados o bien en sacos (normalmente de 15kg), en palets o a granel.



Figura 42. Pellets

El condicionante a la hora de escoger la caldera es la superficie total a calentar y la potencia que se necesita para ello. La vivienda tiene una superficie de 246m² y necesita una potencia de 30KWh por lo que se ha elegido el modelo “Naturfire HR 30” de la casa Ferroli que cumple los requisitos ya que tiene una potencia de 29KWh y puede calefactar hasta una superficie de 243m².

El suministro de pellets se realizará mediante palets (800-1000kg) ya que en el patio de la vivienda se dispone de un gran almacén donde pueden ser almacenados. De esta forma, el precio de la energía nos sale a 0.038€/KWh.

Según se instale uno o dos captadores solares, el aporte que debe hacer la caldera para calefactar toda la vivienda varía como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 46. Energía aportada por 1 captador

| Mes | Demanda ACS (KWh/mes) | Demanda calefacción PB (KWh) | Aporte 1 captador (KWh) | Aporte mínimo caldera (KWh) |
|--------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Enero | 252,32 | 1534,02 | 120 | 1666 |
| Febrero | 223,35 | 1286,64 | 141 | 1369 |
| Marzo | 242,23 | 1012,69 | 198 | 1057 |
| Abril | 229,53 | 707,82 | 207 | 730 |
| Mayo | 227,09 | 329,57 | 226 | 331 |
| Junio | 210,00 | 0,00 | 231 | 0 |
| Julio | 206,90 | 0,00 | 251 | 0 |
| Agosto | 201,86 | 0,00 | 242 | 0 |
| Septiembre | 205,11 | 0,00 | 215 | 0 |
| Octubre | 222,04 | 269,65 | 183 | 309 |
| Noviembre | 229,53 | 959,76 | 140 | 1049 |
| Diciembre | 247,28 | 1354,25 | 109 | 1493 |
| ANUAL | 2697,25 | 7454,41 | 2263 | 8004 |

Tabla 47. Energía aportada por 2 captadores

| Mes | Demanda ACS (KWh/mes) | Demanda calefacción PB (KWh) | Aporte 2 captadores (KWh) | Aporte mínimo caldera (KWh) |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Enero | 252,32 | 1534,02 | 240 | 1546 |
| Febrero | 223,35 | 1286,64 | 282 | 1228 |
| Marzo | 242,23 | 1012,69 | 396 | 859 |
| Abril | 229,53 | 707,82 | 414 | 523 |
| Mayo | 227,09 | 329,57 | 452 | 105 |
| Junio | 210,00 | 0,00 | 462 | 0 |
| Julio | 206,90 | 0,00 | 502 | 0 |
| Agosto | 201,86 | 0,00 | 484 | 0 |
| Septiembre | 205,11 | 0,00 | 430 | 0 |
| Octubre | 222,04 | 269,65 | 366 | 126 |
| Noviembre | 229,53 | 959,76 | 280 | 909 |
| Diciembre | 247,28 | 1354,25 | 218 | 1384 |
| ANUAL | 2697,25 | 7454,41 | 4526 | 6680 |

Conociendo lo que aportan los captadores solares a la calefacción, a continuación se muestra una tabla comparativa de lo que costaría la calefacción en un total de 10 años según se disponga de uno o dos captadores o no se disponga de captador solar.

Tabla 48. Coste y consumo caldera biomasa en 10 años

| | | Caldera de biomasa de pellets naturfire 30 (Ferrolí) Rendimiento = 92,3% | | | | | |
|---|----------|---|--------|----------------|--------|-----------------|--------|
| | | Sin captador | | 1 captador | | 2 captadores | |
| Aporte anual mínimo caldera (KWh) | | 10151,65 | | 8004 | | 6680 | |
| Aporte útil anual mínimo caldera (KWh) | | 10933,32 | | 8620,30 | | 7194,36 | |
| Coste (€) | Captador | 0 | | 2250 | | 3659 | |
| | Caldera | 4057,82 | | 4057,82 | | 4057,82 | |
| | 1 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 2 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 3 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 4 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 5 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 6 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 7 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 8 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 9 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| | 10 años | | 415,46 | | 327,57 | | 273,38 |
| Coste total en 10 años (€) | | 8212,42 | | 9583,52 | | 10450,62 | |

Se observa que el precio inicial entre las diversas opciones hay una gran diferencia de dinero, pero sin embargo a los 10 años se reduce bastante. Por lo tanto, se va a optar por la colocación de 2 placas solares debido a que de esta manera el ACS que completamente suministrada por los captadores y además la calefacción recibe una pequeña ayuda de las mismas.

Radiadores

Para el sistema de reparto del calor se ha optado por la colocación de radiadores en todas las estancias habitables de la vivienda, colocando 2 radiadores en algunas estancias que tienen una superficie mayor.

Se trata de un sistema bitubular con dos tuberías, la de ida que se encarga de llevar el agua caliente desde la caldera hasta los radiadores, y la de vuelta que hace el proceso a la inversa y lleva el agua caliente desde los radiadores a la caldera.

El tipo de radiador escogido es de la marca “Buxiroca”, concretamente el modelo “Dubal”:



Figura 43. Radiadores Buxiroca

AMORTIZACION

En relación a la amortización de la instalación de una caldera de biomasa para abastecer la calefacción de la vivienda no podemos decir nada al respecto, ya que no hay instalada ningún equipo de calefacción.

La vivienda dispone de chimenea en el salón de la vivienda, pero solo supone el 20% o incluso menos de la superficie. Por tanto no podemos realizar ninguna comparación económica ya que la mayor parte de la casa está sin calefactar.

La razón por la cual se ha elegido una caldera biomasa es simplemente porque uno de los objetivos de esta mejora, aparte de abastecer a la vivienda de calor, es que la misma sea eficiente energéticamente e intentar llegar a la letra “A” en la calificación energética.

La biomasa supone una inversión económica notable, pero no hay ningún problema económico actualmente para dicho fin.

Donde se puede amortizar un pequeño ahorro económico es a la hora de comprar el combustible para dicha caldera, los pellets. En la siguiente tabla se muestran las diferentes formas de adquirirlos comparando con otros combustibles:

Tabla 49. Comparativa combustibles

| Tipo de combustible | GLP | Gasóleo | Pellets sacos 15kg | Pellets palet 800kg |
|-----------------------------------|--------|---------|--------------------|---------------------|
| Aporte anual mínimo caldera (KWh) | 6800 | | | |
| Coste (€/KWh) | 0,1051 | 0,0895 | 0,0451 | 0,0380 |
| 1 año | 714,68 | 608,6 | 306,68 | 258,4 |

Comparando con GLP y Gasóleo observamos que los pellets son muchísimo más económicos.

Ya que se dispone de un almacén bastante grande, el combustible se comprará en pallets de 800kg y se almacenarán en dicho lugar. De esta forma estamos ahorrando aproximadamente 50€ al año.

25 Iluminación

Con respecto a la iluminación, se ha optado por la sustitución de todas las bombillas, ya sean vistas o de lámparas, por otras de bajo consumo.

Para ello primero se ha calculado el consumo anual que se tendría de iluminación al año para ver los KWh que se ahorran.

Por tanto, sustituyendo la potencia (W) de las bombillas en la tabla donde se han calculado los supuestos consumos de cada una de ellas, se obtiene:

Tabla 50. Iluminación mejorada planta baja

| ESTANCIA | PLANTA BAJA | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|--------------|-----------|---------|----------|--------------|-----------|---------|
| | Bombillas | | | | Lámparas | | | |
| | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año |
| Pasillo-distribuidor | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | | | | |
| Dormitorio 1 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 2 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 3 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 4 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 2 | 7 | 0,10 | 0,51 |
| Salon | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Salón-comedor | 2 | 7 | 3,00 | 15,33 | | | | |
| Cocina | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | | | | |
| Comedor | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | | | | |
| Aseo | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 | | | | |
| Baño | 2 | 7 | 0,50 | 2,56 | | | | |
| Almacén | 1 | 7 | 0,05 | 0,13 | | | | |
| Patio | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 | | | | |
| Escalera | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | | | | |
| Consumo anual (KWh) | 54 | | | | | | | |

En la planta baja se ha reducido el consumo anual de 458 KWh a tan solo 54 KWh al año.

Del mismo modo en la planta primera:

Tabla 51. Iluminación mejorada planta primera

| ESTANCIA | PLANTA PRIMERA | | | | | | | |
|---------------------|----------------|--------------|-----------|---------|----------|--------------|-----------|---------|
| | Bombillas | | | | Lámparas | | | |
| | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año | Ud. | Potencia (W) | Horas/día | KWh año |
| Recibidor | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | | | | |
| Dormitorio 1 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 2 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 3 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 2 | 7 | 0,10 | 0,51 |
| Dormitorio 4 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Dormitorio 5 | 1 | 7 | 0,25 | 0,64 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Baño 1 | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | | | | |
| Baño 2 | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | | | | |
| Baño 3 | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | | | | |
| Salón-comedor 1 | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Salón-comedor 2 | 1 | 7 | 3,00 | 7,67 | 1 | 7 | 0,10 | 0,26 |
| Almacén | 1 | 7 | 0,05 | 0,13 | | | | |
| Pasillo | 1 | 7 | 0,50 | 1,28 | | | | |
| Escalera | 1 | 7 | 0,20 | 0,51 | | | | |
| Consumo anual (KWh) | 25 | | | | | | | |

Se ha reducido el consumo anual de 206 KWh a tan solo 25 KWh al año.

En la planta segunda no se ha realizado tabla ya que solo existen 2 bombillas, se ha reducido de 2.20KWh a 0.26KWh al año.

En resumen, se ha reducido el consumo de iluminación un 88.10%, se ha conseguido reducir de 666.20KWh a 79.26KWh al año.

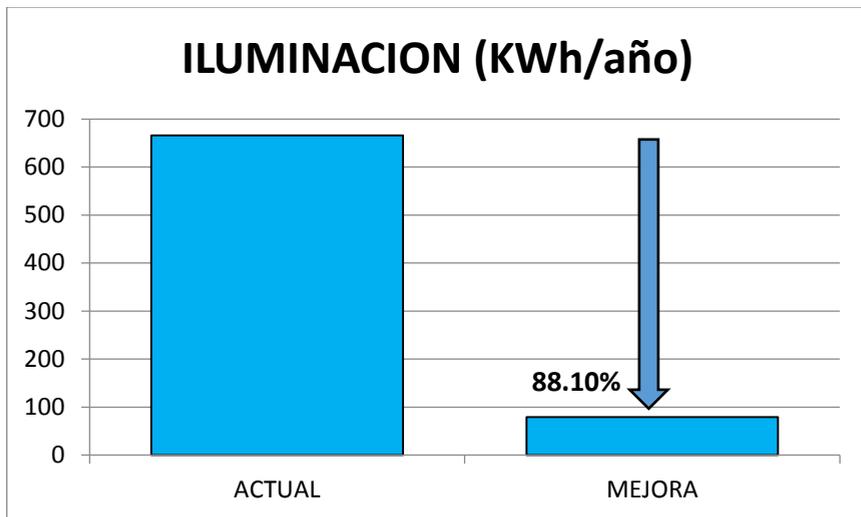


Figura 44. Reducción del consumo de iluminación en un año

La sustitución de las bombillas se va a realizar por unas tipo LED E27 marca Philips. El precio de cada bombilla es de 4.89€ y su consumo es de tan solo 7W. El total de bombillas a cambiar es 46, por lo que el coste total será de 224.94€.



Figura 45. Bombilla LED E27 (fuente: www.buyleds.es)

AMORTIZACION

Para ver los años de amortización que se necesitan se ha creado la siguiente tabla comparando lo que cuesta actualmente la iluminación y lo que supondría el cambio de todas las bombillas de la vivienda.

Tabla 52. Comparación de precios Iluminación

| Amortización de la ILUMINACION | | | | | |
|--------------------------------|-------|--------|--------|---------|---------|
| | ANTES | | MEJORA | | AHORRO |
| Coste (€) | | 0 | | 224,94 | |
| 1 año | 642,9 | 642,9 | 581,06 | 806 | -163,1 |
| 2 años | 642,9 | 1285,8 | 581,06 | 1387,06 | -101,26 |
| 3 años | 642,9 | 1928,7 | 581,06 | 1968,12 | -39,42 |
| 4 años | 642,9 | 2571,6 | 581,06 | 2549,18 | 22,42 |
| 5 años | 642,9 | 3214,5 | 581,06 | 3130,24 | 84,26 |
| 6 años | 642,9 | 3857,4 | 581,06 | 3711,3 | 146,1 |
| 7 años | 642,9 | 4500,3 | 581,06 | 4292,36 | 207,94 |
| 8 años | 642,9 | 5143,2 | 581,06 | 4873,42 | 269,78 |
| 9 años | 642,9 | 5786,1 | 581,06 | 5454,48 | 331,62 |
| 10 años | 642,9 | 6429 | 581,06 | 6035,54 | 393,46 |

Suponiendo que las bombillas nos durasen 10 años, el ahorro es muy pequeño ya que nos ahorramos 393.46€ cada 10 años, lo que significa 61.84€ al año a partir del 4º año.

A pesar de esto, se va a disponer a cambiar toda la iluminación ya que de esta forma se consume mucha menos potencia y aunque no suponga un gran ahorro, se está ayudando a que la vivienda mejore su eficiencia energética consumiendo muchísima menos cantidad de luz.

En el siguiente gráfico se puede apreciar de manera visual la amortización:

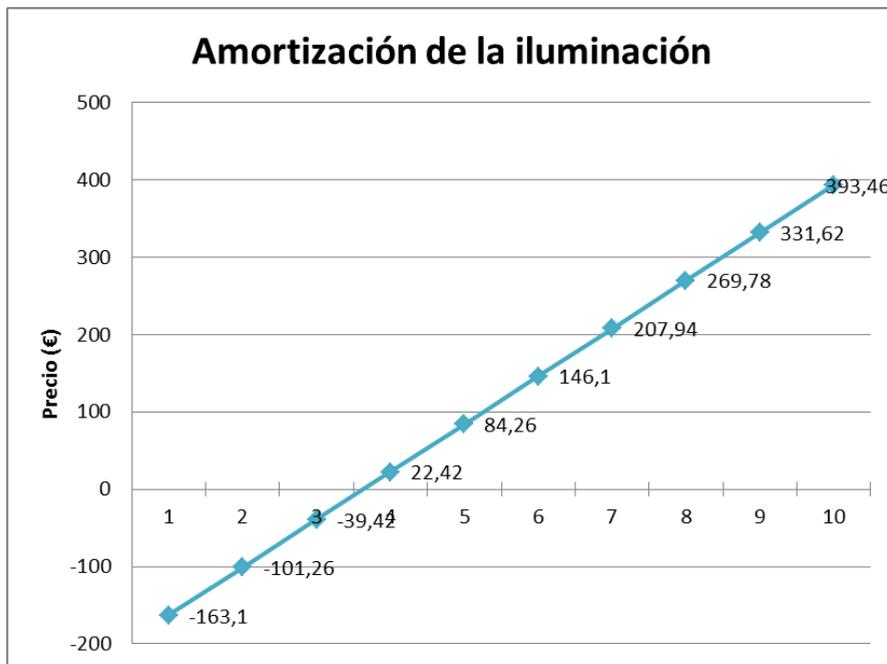


Figura 46. Gráfico de amortización en iluminación

Capítulo 5. Calificación energética final

Después de estudiar a fondo la vivienda, se obtiene la nueva calificación energética a través del programa CE3X, introduciendo las siguientes mejoras planteadas:

- Incorporación de aislamiento térmico en la envolvente de la vivienda.
- Sustitución de toda la carpintería de la vivienda por otra mejor de doble acristalamiento 4/9/4.
- Instalación de captadores solares con un depósito de 250L para el suministro de ACS y parte de la calefacción.
- Instalación de una caldera biomasa tipo pellets para el suministro de calefacción.

Después de todas estas mejoras obtenemos la siguiente calificación:

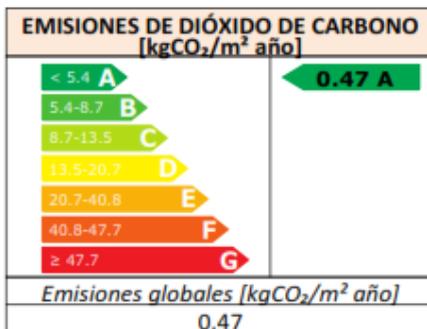


Figura 47. Calificación energética final

Después de todas las mejoras propuestas, la vivienda ha pasado de tener una calificación energética de letra 50.5G a una de letra 0.47A. Alcanzar el nivel A es muy complicado en viviendas normales, pero en este caso, al no disponerse de calefacción que abastezca la vivienda entera e introducirle un sistema de calefacción muy eficiente energéticamente de biomasa, es posible.

Con lo cual el objetivo del proyecto se ha cumplido debido a que su objetivo principal era mejorar la vivienda energéticamente y se ha obtenido el mayor valor de eficiencia.

Capítulo 6. Presupuesto de las soluciones

A continuación se muestran los diferentes costes de las mejoras agrupados por capítulos de la misma forma que en su estudio.

26 Envoltente térmica

FACHADAS

Tabla 53. Presupuesto trasdosado con PYL

| EFPY.9aabaab - m2 - Trasdoso 60.5/600 [48+12.5] LM45 | | | | |
|--|---|-------|--------|-------------------|
| m ² Trasdoso autoportante libre sencillo 60.5/600 [48+12.5] LM45 (designación según ATEDY), compuesto por una placa de yeso laminado estándar (A según UNE-EN 520+A1) de 12.5mm de espesor, sobre estructura de perfiles de acero galvanizado de 48mm de ancho, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical en disposición normal (N), con una separación entre montantes de 600mm y lana mineral de 45mm de espesor y conductividad de 0.037W/mK en su interior; listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda acústica bajo los perfiles perimetrales, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza. | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª Construcción | 0,25 | 15,77 | 3,94 € |
| h | Peón Ordinario construcción | 0,25 | 13,11 | 3,28 € |
| m2 | Placa yeso laminado A 12.5 mm | 1,05 | 4,57 | 4,80 € |
| m | Cnl rail 48 mm ancho p/pnl yeso | 0,9 | 1,19 | 1,07 € |
| m | Montante 48 p/tab yeso laminado | 2 | 1,43 | 2,86 € |
| m | Banda acústica 45 mm | 0,8 | 0,3 | 0,24 € |
| u | Tornillo 2 mm p/pnl yeso | 11 | 0,01 | 0,11 € |
| u | Tornillo autoperforante 13 mm p/PYL | 5 | 0,02 | 0,10 € |
| kg | Pasta junta panel yeso s/cinta | 0,33 | 1 | 0,33 € |
| m | Cinta p/juntas PYL | 1,4 | 0,07 | 0,10 € |
| | Costes Directos Complementarios | 0,02 | 25,6 | 0,51 € |
| m2 | MW 0,037 e 45mm interior/sob perfilería | 1,05 | 7,54 | 7,92 € |
| Total m ² | | | | 25,26 € |
| Superficie | | | | 300,47 |
| Total | | | | 7.588,82 € |

CUBIERTA INCLINADA

Tabla 54. Presupuesto mejora cubierta inclinada

| EQTV.2ccda - m2 - Cub tej cer cur s/PI fc | | | | |
|--|---------------------------------|-------|--------|-------------------|
| <p>m² Cubierta inclinada ventilada con forjado inclinado formada por tejado de teja cerámica curva de 50x23 cm. Con solape frontal y separación mínima entre cabezas de cobrija de 40mm, recibidas con mortero bastardo de cemento y cal hidráulica sobre chapa ondulada de fibrocemento fijada al soporte sobre rastreles de madera dispuestos en el sentido normal al de la máxima pendiente clavados al soporte resistente mediante tirafondos cada 50 cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido (XPS) de 60 mm de espesor y K=0,034W/m²C dispuesto entre los rastreles dejando una cámara de ventilación de 30mm adherido al soporte mediante adhesivo bituminoso PB-II, incluso limpieza, replanteo, formación de alero, cumbrera, limas y encuentros especiales.</p> | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª Construcción | 0,45 | 15,77 | 7,10 € |
| h | Peón especializado construcción | 0,45 | 13,63 | 6,13 € |
| m | Listón 60x75 mad pino | 0,02 | 4,8 | 0,10 € |
| u | Tirafondo 4mm lg 90mm | 18 | 0,13 | 2,34 € |
| kg | Adhesivo caucho asf tipo PB-II | 0,3 | 4,2 | 1,26 € |
| m ² | Panel XPS 0,034 e60mm | 1,05 | 8,34 | 8,76 € |
| m ² | PI fc onda gr 250x110 nat | 1,15 | 12,27 | 14,11 € |
| u | Tornillo galv aran pb/fe | 1,2 | 0,16 | 0,19 € |
| u | Teja cerámica cur 50x23x15 rj | 26 | 0,5 | 13,00 € |
| m ³ | Mortero mixto 1:1:6 | 0,03 | 110,95 | 3,33 € |
| Total m ² | | | | 56,31 € |
| Superficie | | | | 49,64 |
| Total | | | | 2.795,43 € |

CUBIERTA PLANA

Tabla 55. Presupuesto mejora cubierta plana

| EQAT10eaba - m2 - Cub HC XPS40 LBM barr vap | | | | |
|--|------------------------------------|-------|--------|-----------------|
| Cubierta plana, transitable y noventilada de uso privado, convencional con pavimento fijo con lámina para formación de barrera de vapor adherida con soplete sobre capa de imprimación, formada por: capa de hormigón celular de espesor comprendido entre 2 y 30cm acabada con una capa de regularización de 1.5cm de mortero de cemento M-5 fratasado, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno extruido (XPS) de 40mm de espesor y $K=0.029 \text{ W/m}^2\text{C}$, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120gr/m ² dispuesto flotante sobre el aislamiento térmico con simple solapo, impermeabilización mediante membrana monocapa no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliéster (LBM-40-FP), capa separadora antiadherente formada por film de polietileno de 0.50mm de espesor dispuesto flotante impermeabilizante, incluso limpieza previa del soporte, replanteo, formación de baberos, mimbales, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal. | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª Construcción | 1,41 | 15,77 | 22,24 € |
| h | Peón especializado construcción | 1,03 | 13,63 | 14,04 € |
| kg | Emu bit n/io negra tipo ED | 0,5 | 1,26 | 0,63 € |
| m ² | Lámina bituminosa barrera de vapor | 1,1 | 6,66 | 7,33 € |
| m ³ | Hormigón celular | 0,12 | 47,04 | 5,64 € |
| u | Ladrillo hueco senc 24x11.5x4 | 2,5 | 0,1 | 0,25 € |
| u | Ladrillo hueco db 24x11.5x7 | 3,3 | 0,12 | 0,40 € |
| m ³ | Mto cto M-5 man | 0,01 | 76,49 | 0,76 € |
| m ² | Panel XPS 0,029 e40mm | 1,05 | 5,28 | 5,54 € |
| m ² | Fiel fibra vidrio FV-120 | 1,1 | 1,02 | 1,12 € |
| Total m ² | | | | 57,95 € |
| Superficie | | | | 11,83 |
| Total | | | | 685,58 € |

FORJADO EN CONTACTO CON ENH

Tabla 56. Presupuesto mejora del forjado

| ERSM20abca - m2 Pav flotante parqué multic Arce 1 lama p/int | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|--------|-------------------|
| <p>m² Pavimento flotante para interiores con parqué multicapa de madera de Arce suministrado en placas de 2000x150x14mm machihembradas, capa de uso de 3,8mm, superficie con dibujo de una lama y acabado barnizado. Colocado con retranqueo de 10mm en paramentos, sobre lámina de polietileno de 0,15mm de espesor (solapado 20cm en las uniones) y lámina de polietileno expandido de 3mm de espesor, para aislamiento acústico frente a ruidos de impacto, con juntas de lamas machihembradas encoladas y aislamiento de XPS e=40mm.</p> | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª carpintería | 0,5 | 16,49 | 8,25 € |
| h | Ayudante carpintería | 0,5 | 12,95 | 6,48 € |
| m ² | Parqué multicapa Arce 2000x150x14 mm | 1,05 | 26 | 27,30 € |
| m ² | Lámina PE e=0,15mm | 1,05 | 0,16 | 0,17 € |
| m ² | Lámina PE dens 20kg/m3 3mm | 1,05 | 0,48 | 0,50 € |
| kg | Adhesivo para madera | 0,1 | 2,89 | 0,29 € |
| m ² | Panel XPS 0,027 e40mm | 1,05 | 10,12 | 10,63 € |
| | Costes Directos Complementarios | 0,02 | 84,99 | 1,70 € |
| Total m ² | | | | 55,31 € |
| Superficie | | | | 108 |
| Total | | | | 5.973,13 € |

VENTANAS

Tabla 57. Presupuesto mejora ventana

| EFTM32acc - u Ventana 2hj ab pin silv 100x150 | | | | |
|---|---------------------------------|-------|--------|-------------------|
| u Vnetana de 2 hojas abatibles de eje vertical de 100x150cm, de madera de pino silvestre primera, para recibir acristalamiento, incluso cortes, preparación y ensamble de perfiles, fijación y colocación de tornillos, espigas, patillas y herrajes, colocación y limpieza, según NTE/FCM-3, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210 | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 2ª Construcción | 0,3 | 15,14 | 4,54 € |
| h | Peón Ordinario construcción | 0,3 | 13,11 | 3,93 € |
| h | Oficial 1º carpintería | 6,7 | 16,49 | 110,48 € |
| m3 | Pino silvestre madera | 0,05 | 450 | 22,50 € |
| m3 | Mto cto M-2,5 man | 0,02 | 71,88 | 1,44 € |
| u | Bisagra plana lacada 120mm | 4 | 3,93 | 15,72 € |
| m | Tpjnt maz p silvestre 70x10mm | 6,6 | 2,24 | 14,78 € |
| u | Cremona lacada p/vent-prta | 1 | 9,4 | 9,40 € |
| | Costes Directos Complementarios | 0,02 | 184,59 | 3,69 € |
| Total u | | | | 186,49 € |
| Unidades | | | | 19 |
| Total | | | | 3.543,34 € |

Tabla 58. Presupuesto mejora acristalamiento

| EFAD.1aba - m2 - Db acris inc 4-9-4 | | | | |
|---|---------------------------------|-------|--------|-------------------|
| m2 Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios simples monoliticos incoloros de 4mm y 4mm, con una cámara intermedia de aire deshidratado de 9mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente, con factor solar g=0,70-0,75 y transmitancia térmica U=3,0 W/m2K, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos. | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª vidrio | 1,15 | 12,91 | 14,85 € |
| m2 | Acris db inc 4-9-4 | 1 | 21,76 | 21,76 € |
| m2 | Repercusión sellado silicona | 1 | 4 | 4,00 € |
| | Costes Directos Complementarios | 0,03 | 40,61 | 1,22 € |
| Total m2 | | | | 41,82 € |
| Superficie | | | | 30,92 |
| Total | | | | 1.293,22 € |
| TOTAL CARPINTERIA | | | | 4.836,56 € |

27 Instalaciones

ACS

Tabla 59. Presupuesto mejora ACS

| EIMQ.1bac u Eq compc 2,5m2 250L | | | | |
|---|--|-------|---------|-------------------|
| u Equipo compacto de circulación por termofisión en circuito cerrado con marcado CE, compuesto por dos colectores solares de 2,5m2 de superficie y acumulador compacto de 250 litros de capacidad; incluye soportes y accesorios de instalación, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SE y DB HE-4 del CTE. | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª fontanería | 1 | 16,58 | 16,58 € |
| h | Oficial 1ª electricidad | 1 | 16,58 | 16,58 € |
| h | Especialista fontanería | 1 | 14,1 | 14,10 € |
| u | Eq compc 2colec 2,5m ² 250L | 1 | 3000 | 3.325,80 € |
| | Costes Directos Complementarios | 0,02 | 2876,38 | 57,53 € |
| u | Estructura metálica eq compactos | 1 | 220,64 | 220,64 € |
| Total | | | | 3.651,23 € |

CALEFACCIÓN

Tabla 60. Presupuesto mejora calefacción

| EICB.1bac u Cald biomasa | | | | |
|---|------------------------------|-------|---------|-------------------|
| u Instalación completa de caldera de biomasa tipo pellets para la obtención de calefacción en una vivienda unifamiliar de 4 dormitorios situada en la zona climática , compuesta por equipos compactos con marcado CE y según el DB HE-4 del CTE. | | | | |
| U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| h | Oficial 1ª Construcción | 0,25 | 15,77 | 3,94 € |
| h | Peón Ordinario construcción | 0,25 | 13,11 | 3,28 € |
| u | Caldera biomasa naturfire 30 | 1 | 4050,61 | 4.050,61 € |
| Total | | | | 4.057,83 € |

Capítulo 7. Conclusiones

Durante la elaboración del presente proyecto, se ha llegado a la conclusión de que a la hora de mejorar una vivienda para que sea más eficiente energéticamente, se pueden estudiar muchas opciones. Todo depende del dinero que se quiera emplear y los métodos que se quieran utilizar.

Los aspectos que hay que tener en cuenta son: la envolvente y las instalaciones de la vivienda. Simplemente colocando un aislamiento térmico y captadores solares para ACS ya se está ahorrando dinero y energía.

Hoy en día parece que se está concienciando cada vez más la gente de que reducir las emisiones de CO₂ en una vivienda es una causa importante para luchar contra el calentamiento global y además de ahorrar energía, también dinero.

El problema es que el coste de mejorar una vivienda es mucho mayor que si inicialmente se construye eficiente energéticamente, con lo cual esto influye mucho a la hora de realizar reformas.

Sin embargo, el certificado energético de las viviendas tiene solo un carácter informativo sin compromisos ya que depende del Gobierno el pretender que se empiece a dar más importancia a este problema.

En este proyecto la conclusión final es la mejora de la vivienda para que alcance un nivel clase A de certificación energética, pretendiendo en

todo momento el ahorro económico. Para ello se han empleado las siguientes medidas:

- Trasdoso de la envolvente del edificio mediante placas de yeso laminado con un aislamiento térmico.
- Sustitución de todas las ventanas por ventanas de madera con un acristalamiento compuesto de dos vidrios de 4mm separados por una cámara de aire de 9mm..
- Colocación de aislamiento térmico en cubiertas y forjado en contacto con ENH.
- Instalación de 2 captadores solares para el suministro de ACS.
- Instalación de una caldera biomasa para calefacción tipo pellets.

Todo este conjunto de mejoras ha hecho que la vivienda pase de clase G a clase A, reduciendo en un 67% las pérdidas térmicas.

El coste de las mejoras es elevado, ya que se trata de una vivienda muy antigua y en aquellas épocas ni se planteaba el concepto de una vivienda eficiente. De todas formas, en aquellos aspectos donde se ha podido comparar amortizaciones, ahorramos bastante dinero al cabo de los años y contribuimos a reducir las emisiones de CO₂.

En definitiva, deberíamos de ser conocedores de estos temas ya que a la larga, aparte de suponer un ahorro económico, contribuimos a reducir el uso de las energías no renovables.

Capítulo 8. Referencias Bibliográficas

- 1) Código Técnico de la Edificación, 2013. Documento Básico de Ahorro de Energía. DB-HE1. Madrid.
- 2) Código Técnico de la Edificación, 2013. Documento Básico de Ahorro de Energía. DB-HE4. Madrid.
- 3) Google maps.
URL: <https://maps.google.es/>
- 4) Sede electrónica del catastro.
URL: <http://www.catastro.meh.es/>
- 5) Tienda de venta online bombillas led.
URL: <http://www.buyleds.es/bombillas-led/e27-led-rosca-normal/bombilla-led-e27-de-7w-blanco-c%C3%A1lido-detail>
- 6) Instituto Valenciano de la Edificación.
URL: <http://www.five.es/>
- 7) Herramienta para el cálculo de contribución solar mínima de ACS
URL: <http://konstruir.com/C.T.E/HE-4-Contribucion-solar-minima-de-agua-caliente-sanitaria/index.php>

- 8) Información calderas de biomasa.
URL: <http://grupobiosan.com/calderas-de-biomasa.html>
- 9) Informe de precios energéticos: combustibles y carburantes.
URL: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_Precios_combustibles_carburantes_num_86_26_agosto_2013_4ff43e59.pdf
- 10) Captadores solares “Viessmann”.
URL: <http://www.viessmann.es/>
- 11) Captadores solares “Vaillant”.
URL: <http://www.vaillant.es/>
- 12) Calderas de biomasa “Ferrolí”.
URL: <http://www.ferroli.es/calefaccion/biomasa/>
- 13) Aislamientos térmicos “Chova”.
URL: <http://chova.com/productos/aislamiento-termico/>
- 14) Climate data. Clima de Aiolo de Rugat.
URL: <http://es.climate-data.org/location/659371/>
- 15) Sistemas de Placas de Yeso Laminado “Knauf”.
URL: <http://www.knauf.es/index.php/es/sistemasknauf>
- 16) Biomasa.
URL: <http://www.clickrenovables.com/>

17) Manual de fundamentos técnicos CE3X.

[URL:http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documentos/Manual_fundamentos_tecnicos_CE3X_05.pdf](http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documentos/Manual_fundamentos_tecnicos_CE3X_05.pdf)

18) Web oficial de Aielo de Rugat.

URL: <http://www.aieloderugat.es/>

19) Código Técnico de la Edificación.

URL: <http://www.codigotecnico.org>

Capítulo 9. Índice de Figuras

28 Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Situación Aiello de Rugat en Google Maps..... | 3 |
| Figura 2 Agricultura de la zona. Google..... | 4 |
| Figura 3. Climograma Aiello de Rugat. Web climate-data | 5 |
| Figura 4. Radiación solar en invierno y verano..... | 8 |
| Figura 5. Orientación vivienda en el catastro..... | 9 |
| Figura 6. Calificación energética (CE ³ X)..... | 16 |
| Figura 7. Calificación energética (CE ³ X)..... | 16 |
| Figura 8. Consumo global de energía | 17 |
| Figura 9. Valores de consumo energético por zonas climáticas. DB-HE 0 | 18 |
| Figura 10. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción..... | 20 |
| Figura 11. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m ² K/W. | 21 |
| Figura 12. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica..... | 22 |
| Figura 13. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m ² ·K..... | 22 |
| Figura 14. Sección muro zona seca - exterior..... | 23 |
| Figura 15. Sección muro zona seca - medianera | 24 |
| Figura 16. Sección muro zona húmeda - exterior..... | 25 |
| Figura 17. Sección muro zona húmeda - medianera | 27 |
| Figura 18. Sección cubierta inclinada | 29 |

| | |
|--|----|
| Figura 19. Sección cubierta plana | 30 |
| Figura 20. Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en $W/m^2 \cdot K$ | 32 |
| Figura 21. Sección partición horizontal en contacto con ENH | 32 |
| Figura 22. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica | 35 |
| Figura 23. Pérdidas térmicas por tipo de cerramiento | 37 |
| Figura 24. Sección muro zona seca – exterior mejorado | 42 |
| Figura 25. Sección muro zona seca – medianera mejorado | 44 |
| Figura 26. Sección muro zona húmeda – exterior mejorado | 45 |
| Figura 27. Sección muro zona húmeda – medianera mejorado | 47 |
| Figura 28. Sección cubierta inclinada mejorada | 50 |
| Figura 29. Sección cubierta inclinada mejorada | 52 |
| Figura 30. Sección cubierta inclinada mejorada | 54 |
| Figura 31. Pérdidas térmicas por tipo de cerramiento mejorados | 59 |
| Figura 32. Comparación pérdidas térmicas por tipo de cerramiento (W/K) | 61 |
| Figura 33. Demanda de referencia a 60°C. DB-HE4 | 63 |
| Figura 34. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado | 63 |
| Figura 35. Temperatura media del agua fría | 65 |
| Figura 36. Demanda de ACS mensual | 67 |
| Figura 37. Demanda de ACS mensual | 69 |
| Figura 38. Demanda de calefacción mensual | 73 |
| Figura 39. Demanda energética total mensual | 76 |
| Figura 40. Porcentaje de energía respecto al máximo por pérdidas de orientación e inclinación. | 78 |
| Figura 41. Pérdidas límite CTE-H4. | 79 |

| | |
|---|-----|
| Figura 42. Gráfico amortización ACS | 87 |
| Figura 43. Pellets | 88 |
| Figura 44. Radiadores Buxaroca | 92 |
| Figura 45. Reducción del consumo de iluminación en un año | 97 |
| Figura 46. Bombilla LED E27 (fuente: www.buyleds.es) | 98 |
| Figura 47. Gráfico de amortización en iluminación..... | 99 |
| Figura 48. Calificación energética final..... | 100 |

29 Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Superficie útil | 7 |
| Tabla 2. Superficie construida | 7 |
| Tabla 3. Carpintería Planta Baja | 12 |
| Tabla 4. Carpintería Planta Primera..... | 12 |
| Tabla 5. Carpintería Planta Segunda ENH..... | 13 |
| Tabla 6. Transmitancia térmica muro zona seca - exterior | 23 |
| Tabla 7. Transmitancia térmica muro zona seca - medianera..... | 24 |
| Tabla 8. Transmitancia térmica muro zona húmeda - exterior | 26 |
| Tabla 9. Transmitancia térmica muro zona húmeda - medianera | 27 |
| Tabla 10. Resumen transmitancias cerramientos verticales..... | 28 |
| Tabla 11. Transmitancia térmica cubierta inclinada..... | 30 |
| Tabla 12. Transmitancia térmica cubierta plana | 31 |
| Tabla 13. Resumen transmitancias cubiertas..... | 31 |
| Tabla 14. Transmitancia térmica cubierta plana | 33 |
| Tabla 15. Resumen transmitancias particiones horizontales..... | 33 |
| Tabla 16. Transmitancia térmica ventanas..... | 35 |
| Tabla 17. Transmitancia térmica puertas | 35 |

| | |
|--|----|
| Tabla 18. Transmitancias y pérdidas térmicas por tipo de cerramiento | 36 |
| Tabla 19. Iluminación planta baja..... | 39 |
| Tabla 20. Iluminación planta primera..... | 40 |
| Tabla 21. Transmitancia térmica muro zona seca – exterior mejorado. | 43 |
| Tabla 22. Transmitancia térmica muro zona seca – medianera mejorado | 44 |
| Tabla 23. Transmitancia térmica muro zona húmeda – exterior mejorado | 46 |
| Tabla 24. Transmitancia térmica muro zona húmeda – medianera mejorado | 47 |
| Tabla 25. Resumen transmitancias cerramientos verticales mejorados | 48 |
| Tabla 26. Transmitancia térmica cubiertas inclinadas mejorada | 51 |
| Tabla 27. Transmitancia térmica cubierta inclinada mejorada | 52 |
| Tabla 28. Resumen transmitancias cubiertas mejoradas | 53 |
| Tabla 29. Transmitancia térmica partición horizontal en contacto con ENH mejorada..... | 54 |
| Tabla 30. Resumen transmitancias particiones interiores | 55 |
| Tabla 31. Transmitancia térmica ventanas mejoradas..... | 56 |
| Tabla 32. Transmitancia térmica puertas mejoradas | 57 |
| Tabla 33. Transmitancias y pérdidas térmicas por tipo de cerramiento mejorados..... | 58 |
| Tabla 34. Reducción de las pérdidas térmicas con las mejoras | 60 |
| Tabla 35. Demanda de ACS..... | 66 |
| Tabla 36. Demanda de calefacción por meses | 69 |
| Tabla 37. Demanda de calefacción anual ideal | 70 |
| Tabla 38. Demanda de calefacción anual real..... | 72 |
| Tabla 39. Resumen demandas energéticas anual y mensualmente | 75 |
| Tabla 40. Características captadores..... | 80 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 41. Contribución solar de los captadores | 80 |
| Tabla 42. Energía aportada por 2 captadores | 82 |
| Tabla 43. Energía aportada por 2 captadores | 84 |
| Tabla 44. Tiempo de amortización ACS | 85 |
| Tabla 45. Resumen amortización ACS | 86 |
| Tabla 46. Energía aportada por 1 captador | 89 |
| Tabla 47. Energía aportada por 2 captadores | 90 |
| Tabla 48. Coste y consumo caldera biomasa en 10 años | 91 |
| Tabla 49. Comparativa combustibles | 93 |
| Tabla 50. Iluminación mejorada planta baja | 95 |
| Tabla 51. Iluminación mejorada planta primera | 96 |
| Tabla 52. Comparación de precios Iluminación..... | 98 |
| Tabla 53. Presupuesto trasdosado con PYL..... | 103 |
| Tabla 54. Presupuesto mejora cubierta inclinada | 104 |
| Tabla 55. Presupuesto mejora cubierta plana..... | 105 |
| Tabla 56. Presupuesto mejora del forjado | 106 |
| Tabla 57. Presupuesto mejora ventana..... | 107 |
| Tabla 58. Presupuesto mejora acristalamiento..... | 108 |
| Tabla 59. Presupuesto mejora ACS..... | 109 |
| Tabla 60. Presupuesto mejora calefacción..... | 109 |

Anexos

30 Certificado energético

31 Planos

32 Catálogos

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|-------------------------|--------------------|----------------------|
| Nombre del edificio | VIVIENDA UNIFAMILIAR | | |
| Dirección | C/ DE L'ESGLÉSIA 20 | | |
| Municipio | AIELO DE RUGAT | Código Postal | 46842 |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| Zona climática | C2 | Año construcción | 1930 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | Anterior a la NBE-CT-79 | | |
| Referencia/s catastral/es | 0572811YJ3007B0001ZK | | |

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ● Vivienda individual | <ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local |
|---|---|

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | | |
|--|------------------------|--------------------|----------------------|
| Nombre y Apellidos | JUAN NAVARRO | NIF | - |
| Razón social | - | CIF | - |
| Domicilio | - | | |
| Municipio | - | Código Postal | - |
| Provincia | Valencia | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| e-mail | - | | |
| Titulación habilitante según normativa vigente | - | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CE ³ X v1.3 | | |

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: 18/6/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

| | |
|---|--------|
| Superficie habitable [m²] | 265.08 |
|---|--------|

| Imagen del edificio | Plano de situación |
|---|--|
|  |  |

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|----------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| CUBIERTA INCLINADA 2 | Cubierta | 26.9 | 2.56 | Estimado |
| CUBIERTA INCLINADA 3 | Cubierta | 12.92 | 2.56 | Estimado |
| CUBIERTA PLANA 5 | Cubierta | 11.7 | 2.27 | Estimado |
| FACHADA 1 PB | Fachada | 25.54 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 2 PB | Fachada | 48.8 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 3 PB | Fachada | 6.43 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 4 PB | Fachada | 14.82 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 5 PB | Fachada | 13.09 | 2.94 | Estimado |
| MEDIANERA 1 PB | Fachada | 41.06 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 2 PB | Fachada | 10.78 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 3 PB | Fachada | 13.02 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 4 PB | Fachada | 10.78 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 5 PB | Fachada | 19.14 | 0.00 | Por defecto |
| FACHADA 1 P1 | Fachada | 25.54 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 2 P1 | Fachada | 48.8 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 3 P1 | Fachada | 6.43 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 4 P1 | Fachada | 14.82 | 2.94 | Estimado |
| FACHADA 5 P1 | Fachada | 13.09 | 2.94 | Estimado |
| MEDIANERA 1 P1 | Fachada | 41.06 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 2 P1 | Fachada | 10.78 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 3 P1 | Fachada | 13.02 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 4 P1 | Fachada | 10.78 | 0.00 | Por defecto |
| MEDIANERA 5 P1 | Fachada | 19.14 | 0.00 | Por defecto |
| FORJADO ENH | Partición Interior | 108.79 | 1.56 | Estimado |

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|--------|-------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| SOLERA | Suelo | 186.82 | 1.00 | Por defecto |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|------------------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| VENTANA 1 Y 2 PB | Hueco | 4.8 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| PUERTA 1 PB | Hueco | 5.68 | 0.00 | 0.00 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 3 PB | Hueco | 0.94 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 4 PB | Hueco | 0.89 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 5 PB | Hueco | 0.43 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| PUERTA 2 PB | Hueco | 6.37 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 8 PB | Hueco | 0.57 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| PUERTA 3 PB | Hueco | 6.24 | 0.00 | 0.00 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 6 Y 7 PB | Hueco | 1.3 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 1 Y 2 P1 | Hueco | 4.04 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 3 Y 4 P1 | Hueco | 1.2 | 3.30 | 0.75 | Estimado | Estimado |
| PUERTA 1 P1 | Hueco | 2.94 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 5 P1 | Hueco | 1.71 | 3.30 | 0.75 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 6 P1 | Hueco | 1.34 | 3.30 | 0.75 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 8 P1 | Hueco | 0.7 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 9 P1 | Hueco | 2.94 | 3.30 | 0.75 | Estimado | Estimado |
| VENTANA 10 P1 | Hueco | 2.7 | 5.70 | 0.82 | Estimado | Estimado |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|----------------------|------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| CALEFACCION CHIMENEA | Caldera Estándar | | 15.00 | Biomasa / Renovable | Conocido |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--------|------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | |

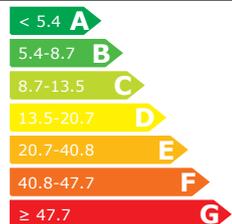
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--------|------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| ACS | Caldera Estándar | 24.0 | 49.9 | GLP | Estimado |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|---------------------|
| Zona climática | C2 | Uso | Vivienda Individual |
|----------------|----|-----|---------------------|

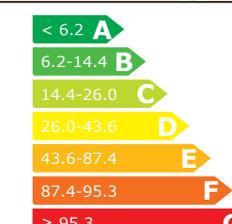
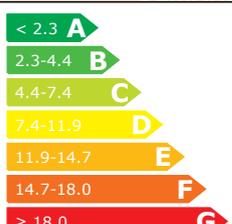
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|----------------|---|--|---|--|
|  | 50.55 G | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | G | | G | |
| | | <i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i> | | <i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i> | |
| | | 41.79 | | 8.75 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| A | | - | | | |
| <i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i> | | <i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i> | | <i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i> | |
| 50.55 | | 0.00 | | - | |

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

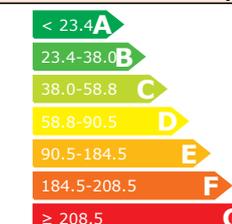
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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 | | | | | |
|---|-----------------|--|--------------|--|--|--|--|
|  | 136.53 G |  | 0.0 A | | | | |
| | | | | <i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i> | | <i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i> | |
| | | | | 136.53 | | 0.00 | |

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 | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|-----------------|---|--|---|--|
|  | 378.06 G | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | | G | | G | |
| | | <i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i> | | <i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i> | |
| | | 339.32 | | 38.74 | |
| | | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| A | | - | | | |
| <i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i> | | <i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i> | | <i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i> | |
| 378.06 | | 0.00 | | - | |

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

| EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año] | |
|--|-----------------|
| < 5.4 A | ← 0.47 A |
| 5.4-8.7 B | |
| 8.7-13.5 C | |
| 13.5-20.7 D | |
| 20.7-40.8 E | |
| 40.8-47.7 F | |
| ≥ 47.7 G | |
| <i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i> | |
| 0.47 | |

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año] | | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año] | |
|--|------------------|--|-----------------|
| < 6.2 A | | < 2.3 A | ← 1.23 A |
| 6.2-14.4 B | | 2.3-4.4 B | |
| 14.4-26.0 C | | 4.4-7.4 C | |
| 26.0-43.6 D | | 7.4-11.9 D | |
| 43.6-87.4 E | | 11.9-14.7 E | |
| 87.4-95.3 F | ← 95.07 F | 14.7-18.0 F | |
| ≥ 95.3 G | | ≥ 18.0 G | |
| <i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i> | | <i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i> | |
| 95.07 | | 1.23 | |

ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador | Calefacción | | Refrigeración | | ACS | | Iluminación | | Total | |
|--|----------------------------------|-------|---------------|------|--------------|---|-------------|---|---------------|---|
| | Demanda [kWh/m ² año] | 95.07 | F | 1.23 | A | | | | | |
| Diferencia con situación inicial | 41.5 (30.4%) | | -1.2 (0.0%) | | | | | | | |
| Energía primaria [kWh/m ² año] | 119.43 | E | 1.89 | A | 34.02 | G | - | - | 155.34 | E |
| Diferencia con situación inicial | 219.9 (64.8%) | | -1.9 (0.0%) | | 4.7 (12.2%) | | - (-%) | | 222.7 (58.9%) | |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 0.00 | A | 0.47 | A | 0.00 | A | - | - | 0.47 | A |
| Diferencia con situación inicial | 41.8 (100.0%) | | -0.5 (0.0%) | | 8.8 (100.0%) | | - (-%) | | 50.1 (99.1%) | |

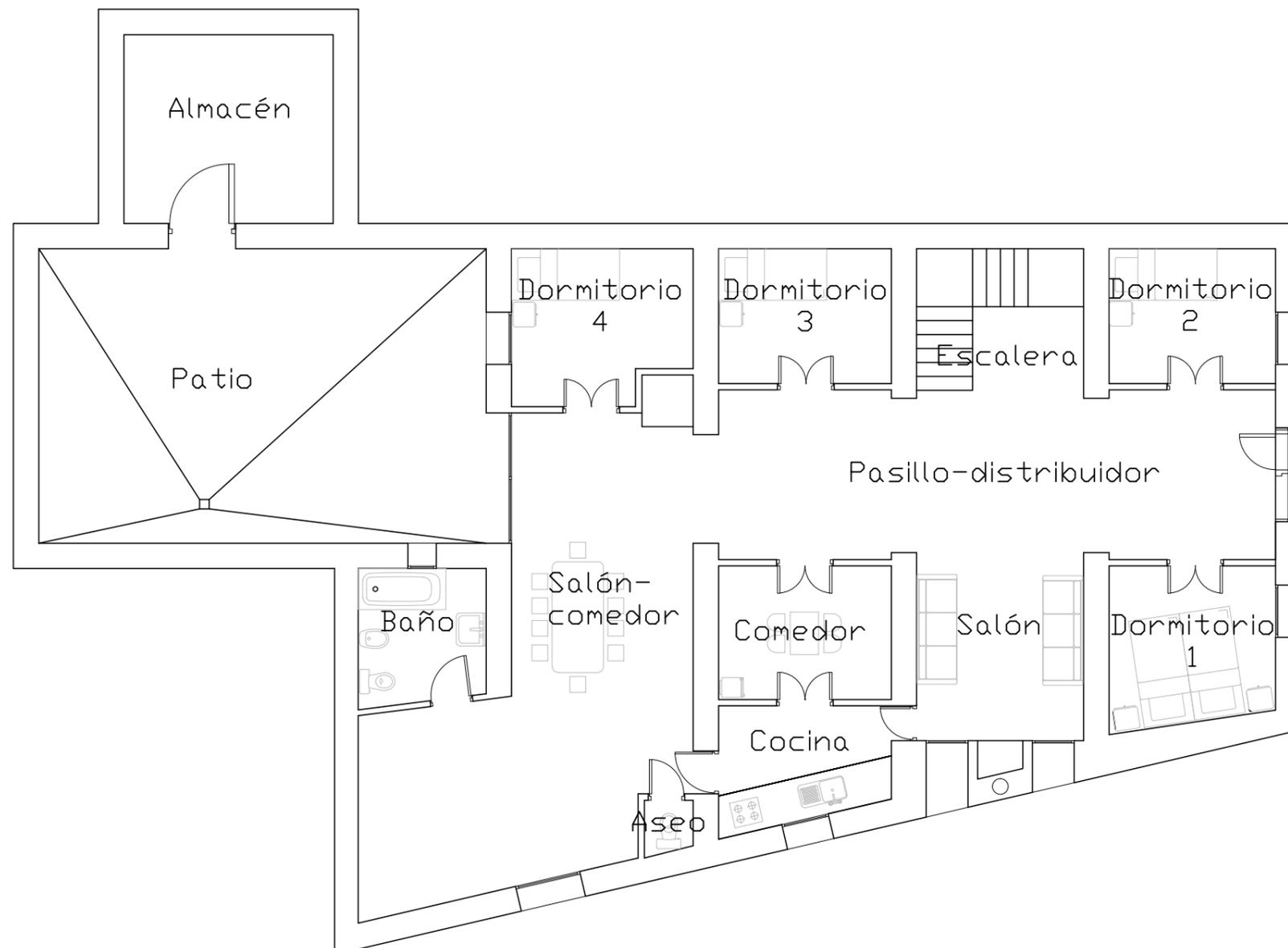
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador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

| DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA |
|---|
| <p>Conjunto de medidas de mejora: MEJORAS</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adición de aislamiento térmico en fachada por el interior o relleno de cámara de aire - Adición de aislamiento térmico en cubierta - Sustitución de ventanas - Mejora de las instalaciones |

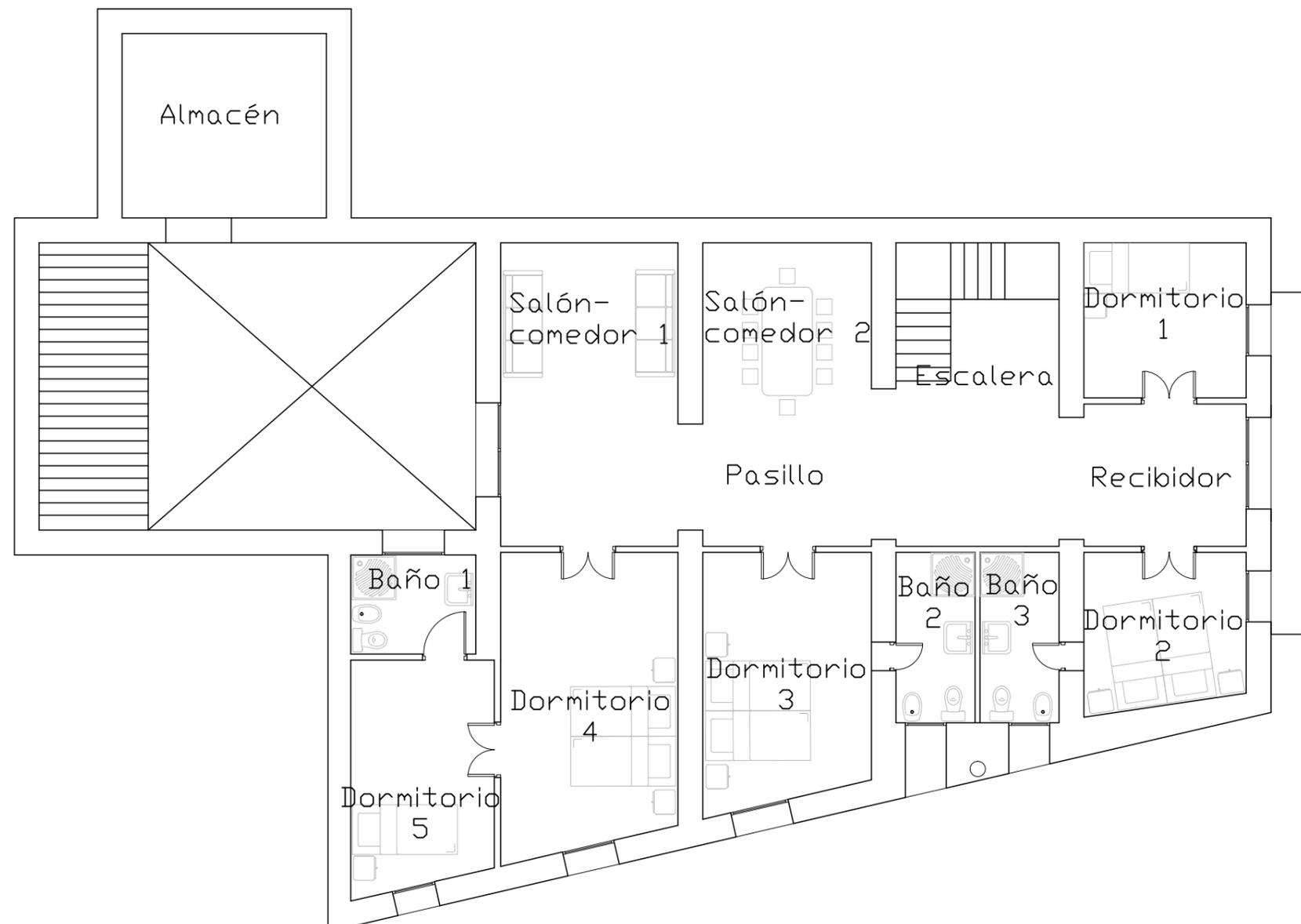
ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

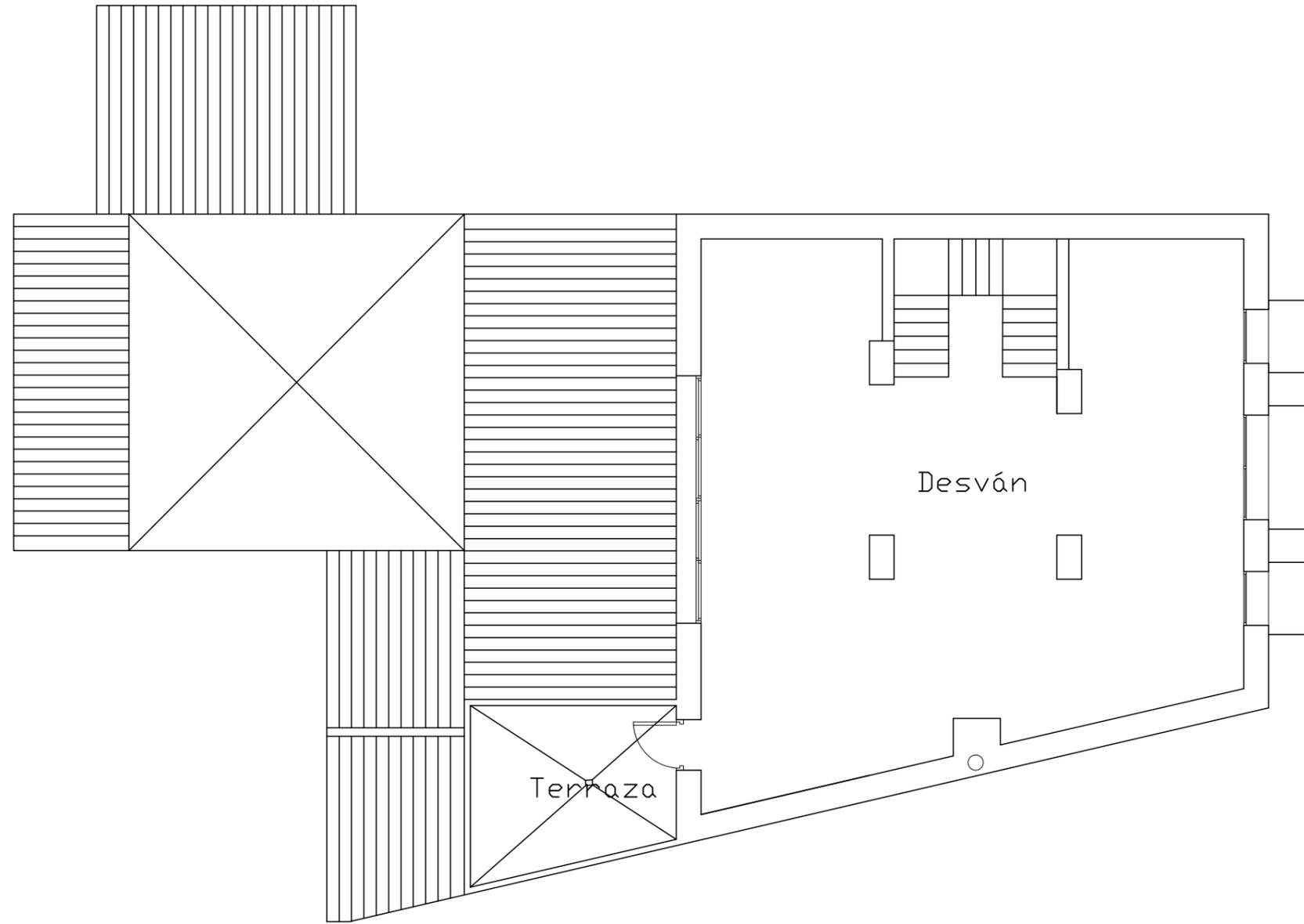
| |
|--------------------------------------|
| COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR |
|--------------------------------------|



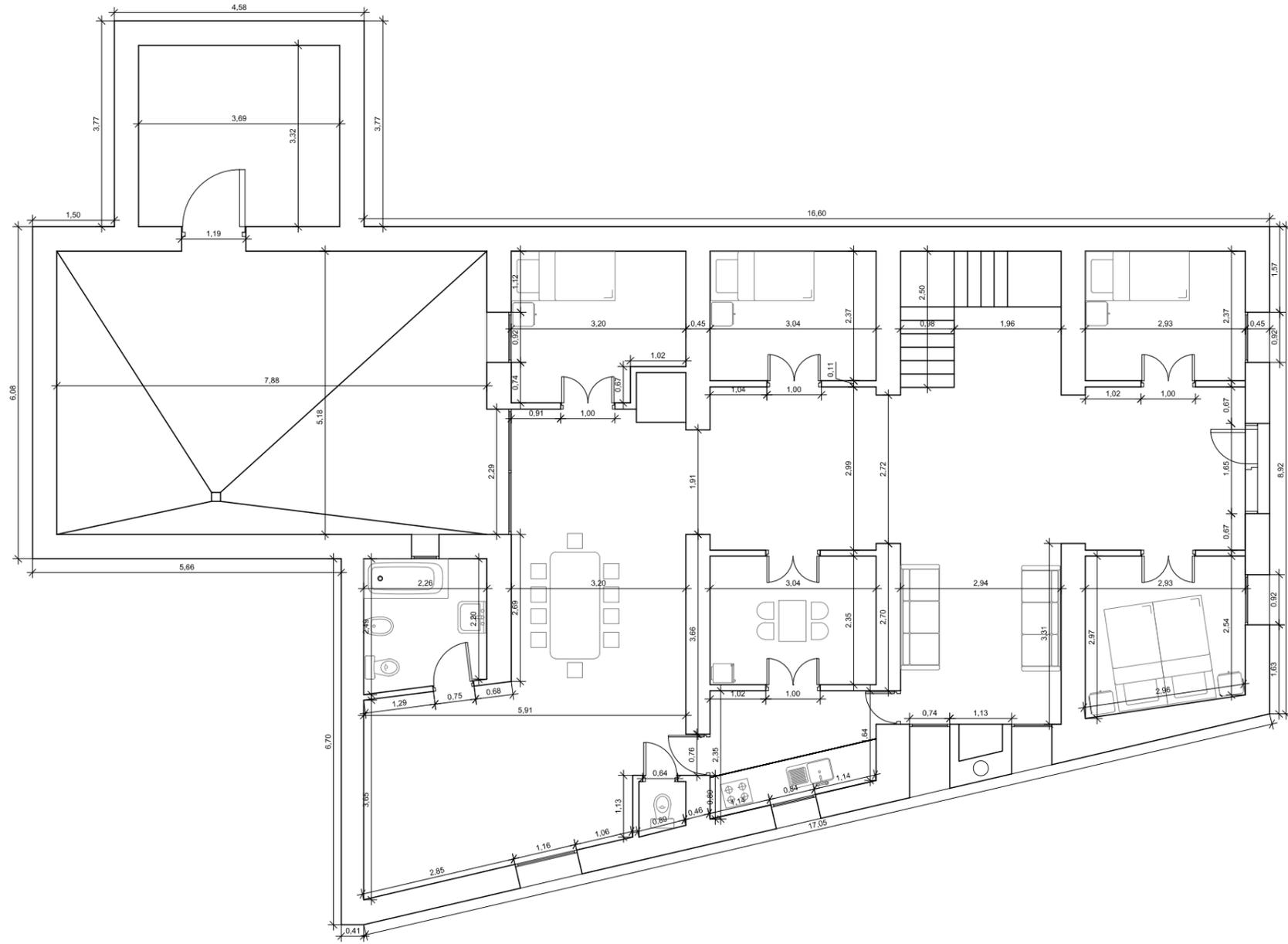
| | | | |
|------------|--------------------------|----------|----------|
| SITUACION | AIELLO-DE-RUGAT | PROMOTOR | PROMOTOR |
| PLANO | DISTRIBUCION-PLANTA BAJA | ESCALA | 1/100 |
| FECHA | 22/06/2015 | | |
| ARQUITECTO | JUAN NAVARRO NUÑEZ | | |



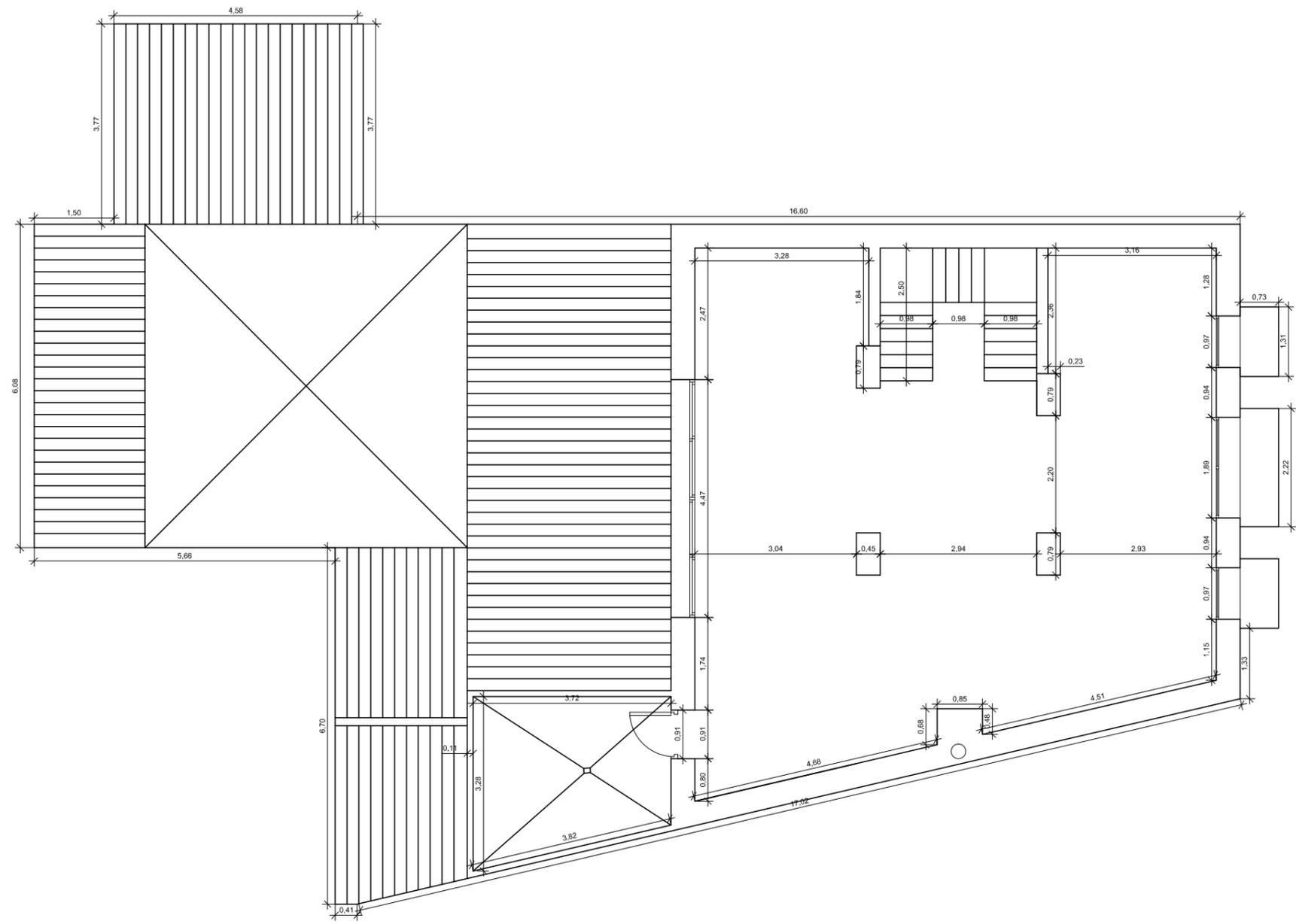
| | | | |
|------------|-----------------------------|----------|----------|
| SITUACION | AIELO-DE-RUGAT | PROMOTOR | PROMOTOR |
| PLANO | DISTRIBUCION-PLANTA PRIMERA | ESCALA | 1/100 |
| FECHA | 22/06/2015 | | |
| ARQUITECTO | JUAN NAVARRO NUÑEZ | | |



| | | | |
|------------|-----------------------------|----------|----------|
| SITUACION | AIELO-DE-RUGAT | PROMOTOR | PROMOTOR |
| PLANO | DISTRIBUCION-PLANTA SEGUNDA | ESCALA | 1/100 |
| FECHA | 22/06/2015 | | |
| ARQUITECTO | JUAN NAVARRO NUÑEZ | | |



| | | | |
|------------|--------------------|----------|----------|
| SITUACION | AIELO-DE-RUGAT | PROMOTOR | PROMOTOR |
| PLANO | COTAS-PLANTA BAJA | ESCALA | 1/100 |
| FECHA | 22/06/2015 | | |
| ARQUITECTO | JUAN NAVARRO NUÑEZ | | |



| | | | |
|------------|----------------------|----------|----------|
| SITUACION | AIELLO-DE-RUGAT | PROMOTOR | PROMOTOR |
| PLANO | COTAS-PLANTA SEGUNDA | ESCALA | 1/100 |
| FECHA | 22/06/2015 | | |
| ARQUITECTO | JUAN NAVARRO NUÑEZ | | |

BIOMASA



ferroli

CALDERAS DE PELLET

NATURFIRE HR 25, 30 y 39

AHORRA
HASTA

2.450€
al año

VIVIENDAS
HASTA

295m²

CONTROL DE EQUIPO DE APOYO

Incorpora control para hacer trabajar un equipo de apoyo en caso de bloqueo de la caldera (por falta de pellet o cualquier otra causa).

Incorpora

BOMBA DE ALTA EFICIENCIA

(Segun exigencia normativa europea 2015)



ferroli

www.ferroli.es

CALDERAS DE PELLETT DE ACERO Y HIERRO FUNDIDO NATURFIRE HR 25, 30 y 39



**AHORRA
HASTA
2.450€
al año**

POTENCIA
TÉRMICA
hasta
34,9 kW

VIVIENDAS
hasta
295 m²

RENDIMIENTO
hasta
95,1%

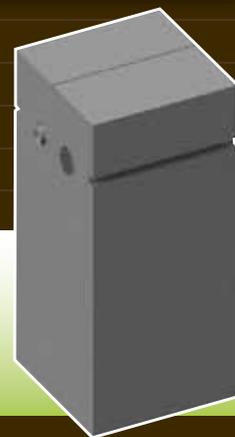
GRAN CAPACIDAD
CONTENEDOR DE
PELLET
INCORPORADO
48kg y 68kg
RECARGA
MEDIA CADA **4 días**



Adaptadas a las futuras
normativas europeas en
materia de emisiones y rendimientos

DEPÓSITO CONTENEDOR DE PELLETT EXTERNO

Aunque los modelos NATURFIRE HR ya incorporan un gran depósito de contenedor de pellet interno de 48 y 68 kg según modelo, existe la posibilidad de instalar un contenedor de pellet externo de 225 Kg, con la gran ventaja de poder instalarlo a la derecha o a la izquierda de la caldera.

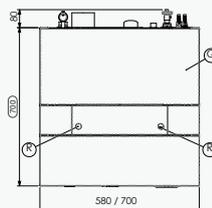
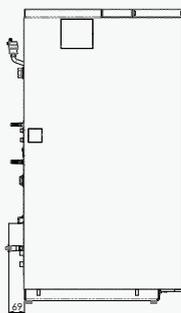
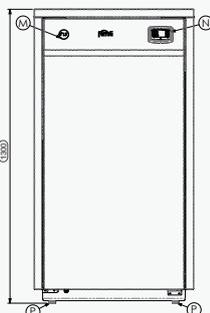
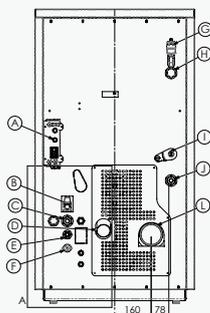


Caldera de Pellet de altísimo rendimiento, servida con todos los componentes para una sencilla instalación: bomba, vaso de expansión y válvula de seguridad ya incorporados.

Con display digital para generar un fácil uso y cómoda relación entre usuario y caldera.

Máxima seguridad mediante todos los posibles sistemas de seguridad posibles como presostato, válvula antideflagamento, termostato de seguridad y sistema de control contra retorno de llama al alimentador de pellet.

Posibilidad de proporcionar A.C.S mediante Kit opcional externo e interacumulador



- A.- Conexión cable tensión eléctrica
- B.- Vaciado agua por sobrepresión (1/2" hembra)
- C.- Retorno instalación (1" macho)
- D.- Aspiración aire para combustión (Ø 60mm)
- F.- Toma vaciado agua caldera
- G.- Purgador aire calderal
- I.- Inspección y manipulación bomba calefacción
- J.- Ida instalación (1" hembra)
- L.- Conexión tubo salida gases quemados (Ø 100mm)
- M.- Termohidrometro
- N.- Panel control digital
- O.- Puerta acceso interior caldera
- P.- Patas regulables
- Q.- Contenedor pellet interior
- R.- Tiradores turbuladores para limpieza

CAL46/14

DATOS TÉCNICOS

| | | | HR 25 | HR 30 | HR 39 |
|--|------------------|---------|--------------|--------------|--------------|
| POTENCIA NOMINAL | | kW | 23,3 | 29 | 38,3 |
| POTENCIA TÉRMICA ÚTIL | | kW | 22 | 27,4 | 34,9 |
| RENDIMIENTO | Potencia máxima | % | 94,5 | 94,5 | 91,32 |
| | Potencia mínima | % | 95,1 | 90,1 | 90,14 |
| CONSUMO PELLETS MÁXIMO | | Kg/hora | 4,8 | 6 | 7,9 |
| VOLUMEN VASO DE EXPANSIÓN | | L | 8 | 8 | 8 |
| MÁX. DIMENSIONES ESTANCIA A CALEFACTAR | | m | 202 | 243 | 295 |
| TEMPERATURA SALIDA GASES MÁXIMA | | °C | 130 | 150 | 160 |
| DIMENSIONES | Alto/Ancho/Fondo | mm. | 1300/580/700 | 1300/700/700 | 1300/700/700 |
| PESO | | Kg. | 210 | 250 | 275 |
| VOLUMEN DEPÓSITO PELLETT | | Kg. | 48 | 68 | 68 |
| DIÁMETRO TUBO SALIDA GASES QUEMADOS | | mm. | 100 | 100 | 100 |
| EMISIONES DE POLVO (13% O ₂) | Potencia máxima | % | 16,3 | 18 | 17,8 |
| | Potencia mínima | % | 18,5 | 6,9 | 6,9 |

DISTRIBUIDO POR:

Centro de Atención
al DISTRIBUIDOR
madrid@ferroli.es
902 400 113

Ferroli
Centro de Atención
profesional@ferroli.es
902 48 10 10

Ferroli
Centro de atención y recepción de avisos
usuario@ferroli.es
902 197 397



Ferroli

MÁS INFORMACIÓN : www.ferroli.es - Tfno.: 91 661 23 04 - marketing@ferroli.es

Emisores Radiadores de aluminio

DUBAL

Radiadores de aluminio para instalaciones de agua caliente hasta 6 bar y 110°C o vapor a baja presión hasta 0,5 bar.

Características principales

- Radiador reversible de dos estéticas, permite su instalación con frontal plano o con aberturas.
- Radiadores formados por elementos acoplables entre sí mediante manguitos de 1" rosca derecha-izquierda y junta de estanquidad.
- Elementos fabricados por inyección a presión de la aleación de aluminio previamente fundida.
- Radiadores montados y probados a la presión de 9 bar.
- Pintura de acabado en doble capa. Imprimación base por electroforesis (inmersión) y posterior capa de polvo epoxi color blanco RAL 9010 (ambas capas secado al horno).

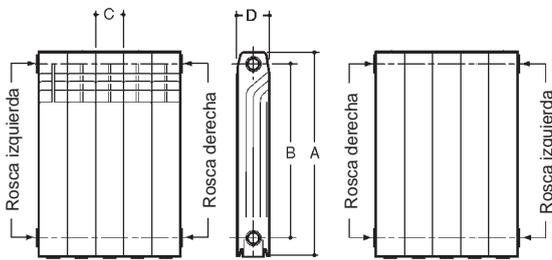
- Accesorios compuestos por: Tapones y reducciones, pintados y cincados con rosca a derecha o izquierda, juntas, soportes, purgador automático PA5 1"(D ó I) y spray pintura para retoques.

Forma de suministro

- Se expiden en bloques de 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 14 elementos, debidamente protegidos con cantoneras de poliestireno expandido y retractilado con plástico individual.
- Accesorios adicionales: ver "Accesorios para radiadores".



Dimensiones y Características Técnicas



| Modelos | Cotas en mm | | | | Capacidad agua | Peso aprox. | Por elemento en W | | | | | | Exponente "n" de la curva característica | |
|-----------------|-------------|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|--|---------------|
| | A | B | C | D | | | Frontal aberturas | | | Frontal plano | | | Frontal aberturas | Frontal plano |
| DUBAL 30 | 288 | 218 | 80 | 147 | 0,27 | 1,45 | 98,7 | 82,9 | 62,0 | 100,8 | 82,0 | 61,5 | 1,30 | 1,29 |
| DUBAL 45 | 421 | 350 | 80 | 82 | 0,29 | 1,13 | 131,2 | 92,4 | 68,4 | 126,4 | 88,6 | 65,6 | 1,35 | 1,35 |
| DUBAL 60 | 571 | 500 | 80 | 82 | 0,36 | 1,43 | 171,7 | 120,8 | 89,4 | 165,8 | 115,1 | 85,4 | 1,35 | 1,34 |
| DUBAL 70 | 671 | 600 | 80 | 82 | 0,43 | 1,63 | 198,7 | 138,5 | 102,7 | 192,7 | 132,2 | 98,0 | 1,34 | 1,34 |
| DUBAL 80 | 771 | 700 | 80 | 82 | 0,50 | 1,83 | 220,8 | 155,5 | 115,5 | 214,0 | 148,7 | 110,3 | 1,33 | 1,34 |

(1) = Emisión calorífica en W según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(2) = Emisión calorífica en W según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(3) = Emisión calorífica en W según UNE EN-442 para $\Delta t = 40^\circ\text{C}$

$\Delta t = (T_{\text{media radiador}} - T_{\text{ambiente}})$ en $^\circ\text{C}$

Exponente "n" de la curva característica según UNE EN-442

Los orificios de los elementos van roscados a 1" derecha a un lado e izquierda al otro.

Al realizar el pedido, prestar especial atención en la acertada elección del sentido de rosca de las reducciones y tapones.

Montaje

Si se desea ampliar un radiador a mayor número de elementos deben usarse los manguitos y las juntas correspondientes.

| | Código |
|----------------------|------------|
| Manguito M-1" A | 194002003* |
| Junta 1" 42 x 32 x 1 | 194003005* |

* En conjunto de 50 unidades

Bitubo:

Hasta 1,5 m la conexión puede ir al mismo lado.

Entre 1,5 m y 3 m la conexión debe ir cruzada.

Para más de 3 m la conexión debe ir por ambos lados.

Monotubo:

Hasta 1,5 m la conexión puede ser Estándar.

De 1,5 m a 2 m prolongar la sonda hasta la mitad del radiador.

Entre 2 m y 3 m la conexión debe ir por ambos lados.

(Consultar montaje radiadores hierro fundido).

La colocación de tapones y reducciones, no precisa de estopada o similar, la estanquidad se realiza mediante la misma junta del manguito.

Instalación

En instalaciones con radiadores de aluminio se debe tener las siguientes precauciones que de no cumplirse simultáneamente, inhabilitan la Garantía:

- Colocar siempre en cada radiador un purgador automático PA5-1 (D ó I).
- Tratar el agua de la instalación para mantener el PH entre 5 y 8.
- Evitar que el radiador una vez instalado quede completamente aislado de la instalación, impidiendo que la llave y el detentor queden cerrados simultáneamente por algún tiempo.

Prueba hidráulica

Se recomienda probar los radiadores después de la instalación a una presión de 1,3 veces la que deberán soportar.