



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA



# PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR PARA CONVERTIRLA EN SOSTENIBLE ENERGÉTICAMENTE

AUTOR: Carlos Javier Romero Monrabal

TUTOR: Iván Patrao Herrero



Curso Académico: 2020-21



# Índice de contenidos

<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>Introducción al problema</b> .....	<b>5</b>
Antecedentes.....	5
Motivación .....	7
<b>Objetivos del trabajo</b> .....	<b>8</b>
Resultados a obtener .....	8
<b>Ámbito de aplicación</b> .....	<b>9</b>
<b>Normativa</b> .....	<b>9</b>
<b>Software utilizado</b> .....	<b>9</b>
Lider-Calener (HULC) .....	9
AutoCAD.....	10
<b>Memoria técnica</b> .....	<b>11</b>
<b>Situación actual de la vivienda</b> .....	<b>11</b>
<i>Localización y orientación</i> .....	11
<i>Análisis del estado actual de la vivienda</i> .....	11
<i>Condiciones de la envolvente térmica</i> .....	12
<i>Energía</i> .....	16
<i>Modelización antigua vivienda</i> .....	17
<b>Actuaciones</b> .....	<b>17</b>
<i>Mejora de la envolvente térmica propuesta</i> .....	17
<i>Implantación de nuevo sistema de climatización</i> .....	22
<i>Resumen y comparación de las actuaciones</i> .....	24
<b>Estudio del consumo y generación eléctrica en la vivienda</b> .....	<b>25</b>
<i>Consumos futuros</i> .....	25
<i>Fotovoltaica</i> .....	26
<i>Módulos fotovoltaicos</i> .....	26
<b>Conclusiones</b> .....	<b>36</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>37</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>39</b>
Presupuesto .....	39

# Índice de tablas

Tabla 1: Cálculo envolvente muros en contacto con el aire exterior anteriores.....	12
Tabla 2: Cálculo envolvente muros internos anteriores.....	13
Tabla 3: Cálculo envolvente cubiertas en contacto con el aire exterior anteriores.....	13
Tabla 4: Cálculo envolvente muros, suelos, cubiertas contacto con espacios no habitables anteriores .....	14
Tabla 5: Cálculo envolvente huecos.....	14
Tabla 5: Resumen de las características constructivas anteriores .....	17
Tabla 6: Cálculo envolvente muros en contacto con el aire exterior propuesta.....	18
Tabla 7: Cálculo envolvente cubiertas en contacto con el aire exterior propuesta.....	19
Tabla 8: Cálculo envolvente muros, suelos, cubiertas contacto con espacios no habitables propuesta .....	20
Tabla 9: Cálculo envolvente huecos.....	21
Tabla 10: Conclusiones sobre las actuaciones para la mejora de la envolvente.....	24
Tabla 11: Conclusiones sobre las actuaciones para la mejora del control solar actual (q sol, jul) .....	25
Tabla 12: Energía FV y radiación solar mensual) .....	27
Tabla 13: Datos de entrada.....	28
Tabla 14: Datos de salida .....	28
Tabla 15: Diámetros exteriores mínimo para los tubos en función del número y sección de los conductores o cables a conducir para canalizaciones fijas en superficie (fuente: ITC-BT-21 [35]) .....	30
Tabla 16: Especificaciones eléctricas .....	34
Tabla 17: Especificaciones generales.....	34
Tabla 18: Presupuesto instalación fotovoltaica.....	39
Tabla 19: Presupuesto instalación vehículo eléctrico .....	40

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Cálculo del control solar.....	15
Ecuación 2: Cálculo de la sección mínima entre elementos del circuito .....	29
Ecuación 3: Criterio de intensidad máxima .....	29
Ecuación 4: Cálculo de la sección mínima inversor.....	31

## Índice de figuras

Figura 1: Tendencia consumo de energía durante 1990-2019 .....	5
Figura 2: Tendencia consumo de energía durante 1990-2019 .....	5
Figura 3: izq. a dcha.: George F. Keck "House of Tomorrow" y "MIT Solar House 1" de Hoyt C. Hotel. ....	6
Figura 4: Localización de la vivienda .....	11
Figura 5: Soleamiento durante el año .....	21
Figura 6: Instalación con circuito adicional individual para la recarga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares.....	33

# Resumen

En el proyecto se pretende adaptar una vivienda existente de manera que sea energéticamente autosuficiente. La vivienda objeto de estudio está ubicada en Castuera, Badajoz, y se pretende que cubra las necesidades de confort energético para una familia de 4 miembros que dispone de una unidad de vehículo eléctrico. Se realizará en primer lugar una valoración del estado actual de la vivienda, identificando el potencial de mejora que tendrán las distintas actuaciones. El estudio de las adaptaciones a implantar cubrirá tanto la adecuación técnica e impacto medioambiental como la viabilidad económica. El estudio será completo, en tanto que abarcará adaptaciones técnicas de distinta índole, tanto en la mejora de elementos constructivos (mejora de cerramientos, cambio de tipo de cubierta, revestimientos...), la renovación de equipos de climatización y, con especial intensidad, lo que hace referencia a la generación in-situ de la energía eléctrica solar fotovoltaica. Así mismo, se plantea la posibilidad de utilizar el concepto vehicle-to-grid para el aprovechamiento de la batería del vehículo eléctrico como almacenamiento de apoyo a la instalación eléctrica de la vivienda ó con un sistema inteligente para consumir en periodo pico. Así, serán objetivos del presente TFG:

- Estudio de las necesidades energéticas actuales de la vivienda.
- Marco normativo para la rehabilitación energética de la vivienda.
- Estudio de las mejoras constructivas orientadas a la reducción de las necesidades energéticas de la vivienda (mejora de fachadas, cubierta, etc).
- Estudio de las mejoras de equipamiento orientadas a la reducción de las necesidades energéticas de la vivienda (renovación de equipos de climatización, etc).
- Estudio de sistemas de generación de energía generación fotovoltaica. Uso del vehículo eléctrico como apoyo a la instalación de la vivienda (Vehicle-to-Grid).
- Gestión inteligente de cargas críticas y no-críticas (Smart Grid).

# Introducción al problema

## Antecedentes

El aumento de las necesidades energéticas cada vez es mayor en todo el mundo. Desde los años 90 hasta la actualidad ha habido un drástico incremento en el consumo mundial de energía principalmente propiciado por economías en desarrollo como China o India. Esto se debe, entre otras razones, al incremento de nivel de vida en los países mencionados, al incremento de consumo de bienes en Occidente y a la deslocalización de los medios productivos fuera de Europa y que abaratan el precio de manufactura. Existen otras razones, pero no son motivo de estudio en este documento.

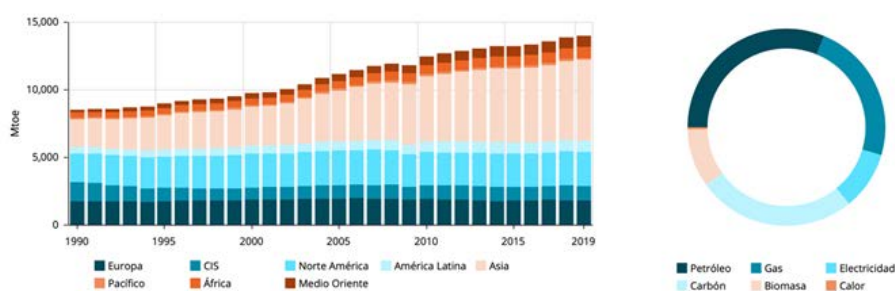


Figura 1: Tendencia consumo de energía durante 1990-2019

En 1992 se firmó el protocolo de Kioto con la intención de reducir los GEI emitidos a la atmósfera, desafortunadamente, el esfuerzo de las instituciones no ha impedido que países no firmantes como China o Estados Unidos hayan continuado incrementando su emisión de GEI en gran parte debido a la utilización de combustibles fósiles para la generación de energía y bienes.

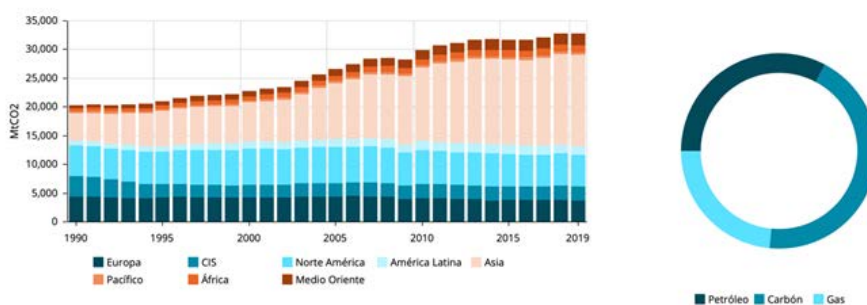


Figura 2: Tendencia consumo de energía durante 1990-2019

Si bien es cierto que cada vez existe un interés generalizado por las energías renovables y que gran parte de los países están intentando modificar su mix energético para hacerlo más sostenible, la humanidad se enfrenta al reto más grande de toda su historia, el cambio climático.

Así pues, es clave comprender dónde se genera ese impacto y qué podemos hacer para reducirlo. Si desagregamos el cambio climático en sus distintas problemáticas podemos observar como existen varios puntos clave: incremento de las temperaturas, incremento del nivel del mar, cambio en los regímenes de lluvias, extrema sequía. Todas estas áreas están provocadas por el ya mencionado aumento de la emisión de GEI y, en consecuencia, con la energía. Todo depende de qué consumimos, qué horarios llevamos, cómo comprendemos el

ocio, cómo nos movemos y, en resumen, **cómo vivimos**. Si bien es cierto que la responsabilidad de gran parte del impacto que se genera en el planeta no depende del usuario final sino de las empresas y de los medios productivos y selección de dinámicas no sostenibles, las decisiones que tomamos día a día tienen consecuencias directas sobre la oferta y, en consecuencia, sobre el medioambiente.

Para aproximarnos a la razón de ser de este TFG, es importante observar el consumo energético por sectores en España. Según los datos proporcionados por la organización ODYSSEE-MURE (2018) el consumo de energía en el ámbito doméstico es del 18,2% sobre el total en España y de un 26,8% de media en Europa. Teniendo estos datos en cuenta podemos llegar a la conclusión de lo necesaria que es una transición energética en lo referente al ámbito del consumo energético en viviendas, tanto de forma activa como pasiva.

La eficiencia energética ha sido un concepto inherente a la habitabilidad de espacios desde aproximadamente el 5500 a.C. aunque no se concibiese bajo el conjunto de reglas y estudios que hoy en día se establecen en los manuales y códigos técnicos. Siempre ha existido un código de buenas conductas a la hora construir, seleccionar materiales y orientar espacios que ha ido facilitando el incremento del confort en las viviendas y, en consecuencia, de la calidad de vida hasta la actualidad.

Sin embargo, el concepto moderno de eficiencia energética tal y conforme lo conocemos surge a principio del S.XX con las primeras viviendas construidas por George F. Keck "House of Tomorrow" y "MIT Solar House 1" de Hoyt C. Hottel.

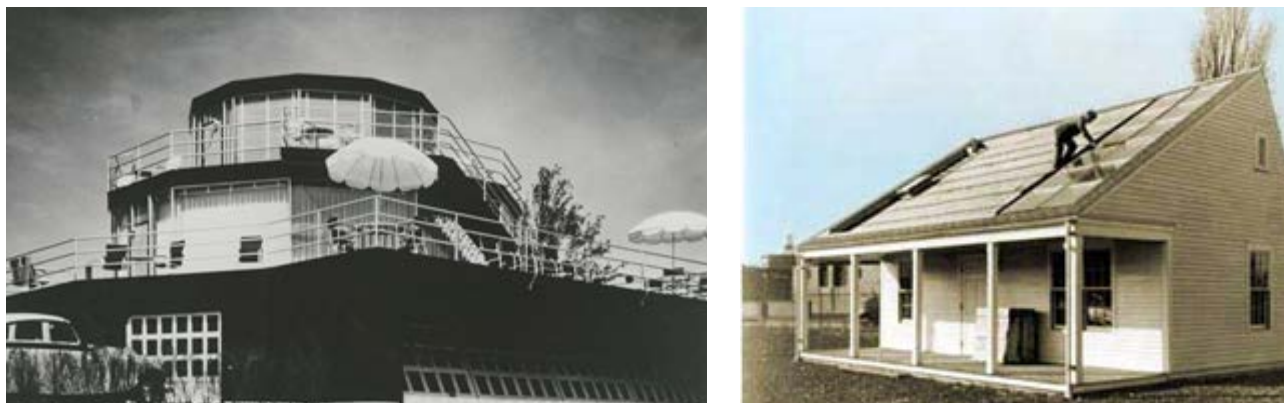


Figura 3: izq. a dcha.: George F. Keck "House of Tomorrow" y "MIT Solar House 1" de Hoyt C. Hottel.

Desde entonces, el concepto de eficiencia energética ha ido ganando importancia en distintos ámbitos, generando investigaciones y teorías alrededor de estrategias para mejorar la habitabilidad con el menor consumo de energía y el menor impacto. En la actualidad existen distintos estándares que dictan propuestas y medidas convenientes como el sello PassivHaus o PossitivHaus, ambos ideados en Alemania en los 80-90.

En España, las normas que recogen los requerimientos que deben de cumplir las viviendas son conocidas como códigos técnicos. La aparición de los Códigos Técnicos de la Edificación (CTE en adelante) surge en 2006, tras años de distintas normativas dispersas y poco claras (<https://www.codigotecnico.org/QueEsCTE/Historia.html>).

Así pues, en este trabajo de fin de grado nos centraremos en el acondicionamiento de una vivienda antigua dividiéndola en tres partes distintas: La envolvente, la climatización y los sistemas energéticos.

Para el cálculo de la envolvente nos basaremos en la normativa relativamente reciente del *Documento Básico HE – Ahorro de energía* y más concretamente en su *Documento de apoyo DB-HE / 1 - Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Para la climatización, dimensionaremos sus necesidades para los habitantes de la vivienda y seguiremos las directrices proporcionadas por el *CTE* y el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*.

Finalmente, para el diseño de la instalación fotovoltaica, se estimará un consumo de la vivienda promedio basado en datos proporcionados por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)* y *ITC-BT-40 Instalaciones Generadoras de Baja Tensión*.

De esta forma, queremos realizar un recorrido por temas que son clave para la eficiencia energética en los edificios, pasando por aspectos que dependen desde la estructura a elementos de generación de energía.

## **Motivación**

Como ya hemos mencionado en el anterior apartado, la motivación de este TFG tiene su origen en reducir el impacto medioambiental que genera una vivienda mediante la reducción del consumo de energía gracias a la mejora de su envolvente, además de la instalación de sistemas de producción de energía para que la casa sea lo más autónoma posible.

Considerar el consumo energético que se realiza en interiores es clave para alcanzar los objetivos fijados por los organismos internacionales en materia de cambio climático. Pasamos, aproximadamente, tres cuartas partes de nuestra vida en interiores y garantizar las condiciones de confort con el menor consumo energético es una obligación que no debe de quedar relegada a la aplicación de estándares, sino que tiene que estar cada vez más simplificada para que sea extensiva y aplicable por todo el mundo.

Además, consideramos que este trabajo responde a problemáticas actuales debido a la localización y tipología del edificio; Tratamos de resolver, por ejemplo, una posible solución al habitaje de una vivienda en la "España vaciada". Por otra parte, la mejora de la eficiencia energética y la implantación de sistemas de energía eléctrica reduce la dependencia de la red eléctrica y, en consecuencia, de las ya habituales variaciones en el precio de la electricidad.

Finalmente, la mayor motivación es la posibilidad de proporcionar una solución que permita la rehabilitación de viviendas para el aprovechamiento de los materiales constructivos existentes y que permita unas condiciones de independencia energética a sus habitantes. Minimizar el uso de energía a través de la selección de elementos constructivos pasivos y maximizar su aprovechamiento mediante el diseño de monitorización.



# Objetivos del trabajo

A lo largo de este Trabajo de Fin de Grado se tratarán los objetivos abajo presentes

- Para comprender la problemática a la que nos enfrentamos se realizará un estudio de las necesidades energéticas actuales de la vivienda repasando, en primer lugar, la localización y orientación, así como las variables climáticas de la zona. A continuación, se hará un estudio del diseño del edificio y de los elementos constructivos que lo componen, compartimentándolo en distintas zonas en las que se deberán llevar distintas medidas..
- Se estudiará el marco normativo para la rehabilitación energética de la vivienda con normativa nacional y con recomendaciones de estándares internacionales que garanticen una mejora sustancial en la eficiencia de la vivienda.
- Se explorarán soluciones basadas en estudios y bibliografía para mejoras constructivas orientadas a la reducción de las necesidades energéticas de la vivienda como, por ejemplo, la mejora de fachadas, cubierta, etc.
- Del mismo modo, se realizará un estudio de las mejoras de equipamiento orientadas a la reducción de las necesidades energéticas de la vivienda siendo clave la renovación de equipos de climatización.
- Finalmente, se explorará el sistema de generación de energía (generación fotovoltaica) y la conveniencia de éste en función de su adaptación al consumo de sus habitantes.
- Con tal de incorporar un tema vigente y de actualidad, se estudiará el vehículo eléctrico como una reducción de impacto medioambiental de la unidad familiar

## Resultados a obtener

De este trabajo se espera obtener una mejora de la envolvente que cumpla con las especificaciones fijadas por el *DA DB-HE / 1*, una instalación térmica dimensionada adecuadamente que proporcione confort bajo la normativa *RITE* y una instalación fotovoltaica que genere la suficiente energía bajo las directrices del *ITC-BT-40* como para que los habitantes de la vivienda sean autosuficientes. Además, también se diseñará un punto de recarga (PR) bajo la normativa *ITC BT-52*. Tanto la instalación fotovoltaica como el PR se realizarán bajo la normativa del *ITC BT-21* e *ITC BT-19* para el correcto dimensionamiento de los cables y tubos.

Todo ello, enmarcado bajo el conjunto de recomendaciones propuestas por organismos públicos (IDAE) y empresas fabricantes.

# Ámbito de aplicación

Este trabajo se enmarca bajo tres conceptos: rehabilitación, vivienda unifamiliar y energía. Rehabilitación porque se aplicará a edificios existentes, con elementos constructivos no optimizados.

Vivienda unifamiliar porque las medidas planteadas se centran en ese tipo de uso del edificio y a sus habitantes, siendo un punto clave en el diseño de viviendas de bajo o nulo consumo la coherencia entre el horario de sus usuarios y la adaptación de los elementos activos y pasivos de la vivienda.

Energía porque se realizará un estudio, tras la optimización y reducción de los usos de la energía a través de estrategias pasivas, de los sistemas energéticos necesarios para conseguir una vivienda autosuficiente y autónoma.

## Normativa

- CTE - Código técnico de la edificación – Ahorro energético
  - DA DB-HE / 1 - Cálculo de parámetros característicos de la envolvente
- ITC-BT 52 - Instalaciones Con Fines Especiales: Infraestructura Para La Recarga De Vehículos Eléctricos
- ITC-BT 40 - Instalaciones Generadoras De Baja Tensión
- ITC-BT 19 - Instalaciones interiores. Prescripciones generales
- ITC-BT 21 - Instalaciones interiores. Tubos y canales protectoras.
- RITE – Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios

## Software utilizado

### Lider-Calener (HULC)

Este software del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) sirve para realizar certificaciones energéticas de edificios, permitiéndonos simularlos en 3D e introducir parámetros de su envolvente para obtener resultados que nos van a servir para nuestro análisis.

Es importante mencionar que el software solo ha sido usado para el cálculo y cumplimiento de la DA DB-HE / 1 - Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, si bien el mismo te permite comprobar la limitación del consumo energético mediante la DB-HE / 0. Hemos optado por realizar este cálculo basándonos en otras premisas ya que el programa exige ciertas condiciones que no son realistas y que, en nuestro caso, pensamos que no se adecuan a las necesidades de nuestra vivienda.

## **AutoCAD**

AutoCAD ha sido usado para realizar planos del edificio. Por un lado, alzado, visto y perfil. Por el otro, se ha utilizado para diseñar la instalación fotovoltaica sobre cubierta y también los planos unifilares de la misma.

# Memoria técnica

## Situación actual de la vivienda

La vivienda data del S.XVIII y su estado actual es semi-abandonado. Los usos previos del edificio estaban centrados en trabajos relacionados con el ganado ovino y la explotación olivarera. Dadas las circunstancias de su uso, el espacio es muy diáfano y con techos altos para poder introducir la maquinaria en época de cosecha. Así pues, las estancias son antiguas. La vivienda dispone de dos baños y cocina tras una rehabilitación en los años 70.

La vivienda es considerada de grado de electrificación elevado y se alimenta de la línea eléctrica en trifásica. Consta de toma de tierra a la que se conectarán los distintos dispositivos que instalaremos. Además, como sistema de ACS y calefacción consta de una caldera existente. El objetivo es rehabilitar la vivienda para convertirlo en vivienda de uso habitual por una familia de 4 miembros y que esté lo mejor optimizada posible en el ámbito energético.

## Localización y orientación

La vivienda está localizada en la provincia de Badajoz, en el municipio de Castuera. Sus coordenadas son: 38.722776, -5.532073. y está situada a una altura de 655 msnm.



Figura 4: Localización de la vivienda

## Análisis del estado actual de la vivienda

Vamos a realizar el análisis del estado centrándonos en dos aspectos clave para el consumo energético. Por un lado, analizaremos el estado de la envolvente basándonos en la DA DB-HE / 1, por el otro, realizaremos un estudio de los consumos energéticos de la vivienda (centrándonos en los consumos eléctricos y los posibles consumos en climatización).

Es importante remarcar dos cuestiones antes de introducirnos al análisis:

- La vivienda fue construida a finales del siglo XIX y se le han ido realizando modificaciones y mantenimiento para que fuese habitable. Así pues, el criterio que se ha ejecutado para estas modificaciones no ha estado respaldado por un punto de vista técnico sino meramente práctico. Esto ha dificultado en gran medida la identificación de los materiales de los que se han hecho uso para realizar alguna de las partes de la envolvente.
- Dado que el uso que ha tenido el edificio nunca ha sido residencial, el análisis del consumo energético de la vivienda es un mero formalismo que nos permitirá crear una estructura para poder valorar las actuaciones una vez se hayan ejecutado.

## Condiciones de la envolvente térmica

El análisis de la envolvente térmica ha consistido en la segmentación de la vivienda en los distintos elementos que la componen y la identificación de sus materiales. Así pues, hemos seguido la estructura propuesta por la Documento de apoyo DB-HE / 1 - Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

En este documento se propone el cálculo del aislamiento térmico, el control solar y la permeabilidad del aire.

### *Cálculo transmitancia térmica global estado actual (K)*

A modo de resumen y para facilitar a posteriori la introducción de los datos en el software que usaremos para cuantificar las mejoras realizadas en la vivienda realizaremos en cada uno de los elementos de la envolvente una tabla resumen que recoja los materiales que lo componen.

### *Cálculo de la envolvente*

#### Muros y suelos en contacto con el aire exterior

Como hemos mencionado al principio de este documento, la vivienda fue construida en el siglo XIX, así pues, el método constructivo usado fue la realización de muros y suelos de piedra con juntas de mortero. Esta tipología de muro es conocida como *Mampostería* y sus propiedades de transmitancia térmica quedan recogidas por *Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco (2014, p. 37)*

#### MUROS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1	Muro de mampostería	Caliza + mortero	0,4	0,990
2	Acabado	Enlucido de yeso	0,01	0,570
<b>Transmitancia térmica</b>			<b>1,69 W/m<sup>2</sup>K</b>	

#### VISTA SECCIÓN

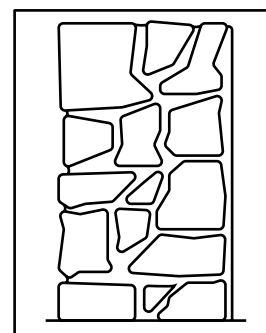


Tabla 1: Cálculo envolvente muros en contacto con el aire exterior anteriores

## Muros y suelos internos

Este apartado no figura en el DA DB HE / 1 como una división necesaria, sin embargo, se considera pertinente ya que para realizar las particiones que configuran la distribución de la vivienda se han construido muros adicionales constituidos por materiales modernos.

### MUROS INTERNOS

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1	Acabado	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570
2	Tabique	Tabicón de LH doble [60mm < E < 90mm]	0,07	0,469
3	Acabado	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570
<b>Transmitancia térmica</b>			<b>2,82 W/m<sup>2</sup>K</b>	

### VISTA SECCIÓN

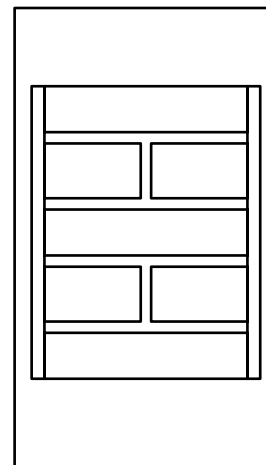


Tabla 2: Cálculo envolvente muros internos anteriores

## Cubiertas en contacto con el aire exterior

La cubierta del edificio ha sufrido distintas remodelaciones y sustituciones de algunas de sus partes. Para la determinación del conjunto de materiales que hemos escogido para cuantificar la transmitancia térmica de la cubierta, hemos aproximado el completo de esta a un panel sándwich constituido por láminas metálicas con aislante (lana de roca) en su interior sobre la estructura resistente que sostiene al tejado.

### CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1		Lámina metálica	0,004	50
2	Panel sándwich	Lana de roca	0,12	0,040
3		Lámina metálica	0,004	50
4	Revestimiento	Conífera de peso medio 435 < d < 520	0,01	0,15
<b>Transmitancia térmica</b>			<b>0,31 W/m<sup>2</sup>K</b>	

### VISTA SECCIÓN

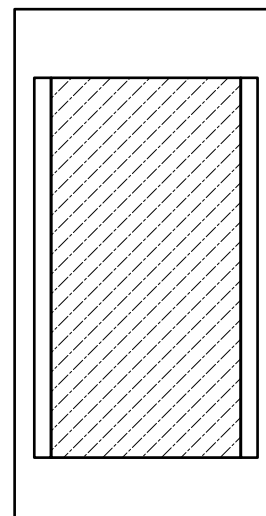


Tabla 3: Cálculo envolvente cubiertas en contacto con el aire exterior anteriores

## Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno

El suelo del piso ha sufrido modificaciones con el paso de los años y el mantenimiento del edificio. Así pues, al igual que en el caso anterior, hemos seleccionado un conjunto de materiales que recogen las condiciones generales del mismo.

### MUROS, SUELOS Y CUBIERTAS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABILITADOS O CON EL TERRENO

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1	Acabado	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,01	0,55
2	Mampostería	Caliza + mortero	0,4	0,99
3	Mortero	Cemento	0,1	2
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>1,47 W/m<sup>2</sup>K</b>

### VISTA SECCIÓN

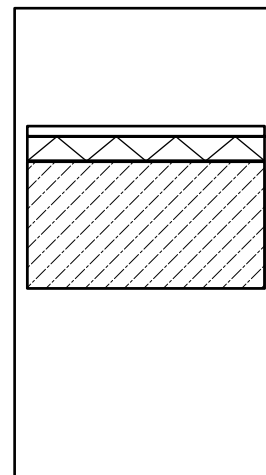


Tabla 4: Cálculo envolvente muros, suelos, cubiertas contacto con espacios no habitables anteriores

## Huecos (conjunto de marco, vidrio) (ventanas y puertas)

Podemos identificar tres tipologías de huecos distintos en la vivienda: Ventanas, puerta principal y puerta del garaje.

### HUECOS (CONJUNTO DE MARCO + VIDRIO)

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Fracción de marco
1	Ventana sencilla	Marco metálico sin rotura puente térmico	-	20%
2	Ventana sencilla	Marco metálico sin rotura puente térmico	0,004	20%
3	Ventana sencilla	Marco metálico sin rotura puente térmico	0,004	20%
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>2,64 W/m<sup>2</sup>K</b>

### VISTA SECCIÓN

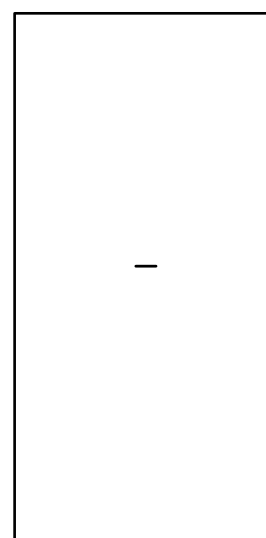


Tabla 5: Cálculo envolvente huecos

### Cálculo control solar actual ( $q_{sol, jul}$ )

El cálculo del control solar es una medida estipulada por el CTE que nos permite tener en cuenta las ganancias que tiene el recinto estudiado por radiación. Dados los niveles de irradiación que tiene nuestro país es un elemento clave para poder dimensionar estrategias pasivas o activas para reducir las cargas externas.

$$q_{sol; jul} = Q_{sol; jul} / A_{util}$$

$$q_{sol; jul} = (F_{sh; obs} \cdot g_{gl; sh; wi} \cdot (1 - F_F) \cdot A_w \cdot H_{sol; jul}) / A_{util}$$

Ecuación 1: Cálculo del control solar

Para poder comprender de forma efectiva el cálculo del factor solar, debemos de tener en cuenta dos factores. Por un lado,  $g_{gl; sh; wi}$  es la transmitancia total del conjunto de acristalamientos y dispositivos de sombra móvil. Es importante mencionar este hecho ya que, cuando se realicen estrategias que modifiquen la ganancia solar de forma pasiva (aleros), no se tendrán en cuenta dentro del cálculo. Por el otro, la importancia del tipo de vidrio que escojamos a la hora de realizar el cálculo, que dependiendo del factor de control solar que tenga, se reducirá enormemente el incremento de este valor.

Actualmente el edificio no cuenta con ninguna medida de protección solar fija o móvil, y los vidrios que hay en los huecos son sencillos, por tanto, el control solar que se efectúa es muy bajo. Para conocer la eficacia del control solar de forma orientativa el propio CTE nos proporciona una tabla que nos informa de la transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra y, un baremo estipulado por la norma UNE-EN 14501 para puntuar según la eficacia de estos.

Clase	0	1	2	3	4
Eficacia	Efecto mínimo	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy eficiente
$g_{gl; sh; wi}$	$g_{gl; sh; wi} > 0,5$	$0,35 > g_{gl; sh; wi} > 0,5$	$0,15 > g_{gl; sh; wi} > 0,35$	$0,10 > g_{gl; sh; wi} > 0,15$	$g_{gl; sh; wi} > 0,10$

Al modelizar la vivienda mediante el software HULC hemos obtenido unos resultados que se alejan mucho del límite estipulado por el código técnico. El resultado de esta simulación se encuentra en los anejos.

En el siguiente capítulo, realizaremos modificaciones a los huecos para que cumplan con esta medida.



## ***Cálculo permeabilidad del edificio (n50)***

En los anteriores apartados hemos estudiado como influyen la conducción y la radiación en las cargas térmicas del edificio. Es necesario considerar también otro fenómeno de la transmisión del calor como es la convección. El aire es un fluido con baja capacidad calorífica, pero se encuentra en abundancia en el interior de los edificios. Es por ello necesario considerarlo, ya que la variación del volumen de aire en interiores puede conllevar a grandes cambios en la temperatura y humedad y afectar al confort. La convección en el estudio de la envolvente de los edificios tiene como base dos fenómenos principales: ventilación e infiltración.

La ventilación es el intercambio de aire con el exterior mediante sistemas activos o pasivos que facilitan la renovación del aire en el interior de las estancias y nos permiten controlar la concentración de CO<sub>2</sub> y partículas nocivas. Es, además, una herramienta práctica a la hora de controlar la temperatura y humedad en el interior de las estancias. Los valores de ventilación en cada instancia están fijados por el CTE para asegurar la salubridad.

Las infiltraciones son intercambios de aire no controlados que no se producen por conductos de ventilación y se deben a la diferencia de presión entre el interior y el exterior del edificio. Todos los elementos de la envolvente pueden contribuir a las filtraciones no deseadas de aire, pudiendo ser una importante causa en la renovación del volumen interno del aire y, por ello, de pérdidas de cargas térmicas.

Sin embargo, para la evaluación de nuestro edificio, este valor no es de obligado cumplimiento ya que, según el DB-HE1, la permeabilidad al aire de toda la envolvente térmica (n50) que es exigible solo a la edificación residencial privada nueva con una superficie útil total superior a 120m<sup>2</sup>.

El programa ha realizado su cálculo del que nosotros no hemos variado los parámetros clave.

## **Energía**

### ***Elementos climatizadores existentes***

Dada la severidad del clima en la que se encuentra el edificio, este cuenta con un sistema de caldera con diésel como combustible. A su vez, esta caldera proporciona alimentación al acumulador de agua caliente. Por el otro, existe un sistema de calefacción por radiador en la zona del salón y en los cuartos de la segunda planta.

### ***Elementos energéticos existentes***

Como mencionamos al principio de este capítulo, el uso que se le ha dado al edificio hasta el momento no era residencial. Así pues, los elementos que consumen energía eléctrica están completamente obsoletos y su consideración es innecesaria, ya que en las actuaciones que se harán sobre el inmueble se modificará el conjunto completo.

## Modelización antigua vivienda

Los datos obtenidos a través del análisis del edificio realizado en los anteriores apartados han sido introducidos en el software HULC para el análisis del cumplimiento de la normativa mencionada.

Para ello hemos tenido que modelar el edificio en tres dimensiones y crear los cerramientos mediante los materiales ofrecidos en el catálogo. Aquellos materiales que no figuran en el código técnico, como es el caso de la mampostería, han sido introducidos a mano mediante las opciones que te permite el programa.

En el caso de los sistemas, han sido introducidos en el mismo software en su correspondiente apartado bajo condiciones supuestas de un consumo aproximado de un conjunto de personas equivalente al que van a vivir. (Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del agua, 2018, INE)

Con respecto al consumo/generación eléctrica, evaluaremos ese tema con independencia del software ya que queremos considerar sistemas de generación eléctrica renovable (fotovoltaica) y su combinación en un sistema de gestión de la carga de un vehículo eléctrico.

De esta forma logramos obtener un certificado energético con unos parámetros de funcionamiento que nos permitirán comparar cómo afectan las reformas que se han realizado al edificio.

## Actuaciones

### Mejora de la envolvente térmica propuesta

#### *Cálculo de la envolvente*

A modo de resumen, la siguiente tabla resume las características constructivas anteriores del edificio para que se facilite la comparación entre el estado actual y el estado post-actuación.

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Transmitancia térmica actual</b>	<b>Transmitancia térmica deseada</b>
Muros y suelos en contacto con el aire exterior	Muro mampostería	1,69	0,41
Cubiertas en contacto con el aire exterior	Cubierta metálica	0,31	0,35
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno	Suelo sin aislante	1,46	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio) (ventanas y puertas)	Ventanas simples sin rotura de puente térmico	6,6	1,80

Tabla 5: Resumen de las características constructivas anteriores

Los datos de transmitancia térmica deseada están extraídos de *Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, Ulim [W/m<sup>2</sup>K]* del documento *DA DB-HE / 1 2019*. Como podemos observar a partir de la comparación de los datos entre el estado actual y el estado post-actuaciones existen elementos de la envolvente con mucho margen de mejora para cumplir con el criterio técnico. Es importante mencionar que el cumplimiento de los estándares de transmitancia térmica de los distintos elementos del edificio no asegura el cumplimiento del código técnico como tal, debiendo tener en consideración el cálculo de los puentes térmicos, el control solar y la permeabilidad del edificio. Sin embargo, el cumplimiento de la transmitancia térmica asegura que los elementos constructivos han sido seleccionados adecuadamente.

### Muros y suelos en contacto con el aire exterior

La solución más apropiada para la mejora del muro mampostería es incorporar una capa de aislante a la parte interna del muro. De esta forma logramos mantener las propiedades de los muros de piedra, que constan de enorme capacidad térmica que dota de estabilidad térmica al interior de los edificios. La solución planteada sería la incorporación de un trasdosado autoportante con una capa de aislamiento de corcho con un espesor de 10cm. Sobre este situaremos una placa de madera para preservar su conservación y un enlucido de yeso.

Hemos escogido el corcho como material aislante ya que es un material con buenas capacidades térmicas, biodegradable, reciclable y, además, su uso genera emisiones de carbono negativas. *Segura, C. (2018-2019) Estudio Comparativo de Materiales Sostenibles Aislantes en la Arquitectura.*

#### MUROS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

#### VISTA SECCIÓN

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1	Muro de mampostería	Caliza + mortero	0,4	0,990
2	Acabado	Tablero contrachapado 250<d<350	0,01	0,110
3	Trasdosado con aislante	Corcho expandido puro	0,1	0,049
4	Acabado	Tablero contrachapado 250<d<350	0,01	0,110
5	Acabado enlucido	Yeso 1000<d<1300		
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>0,36 W/m<sup>2</sup>K</b>

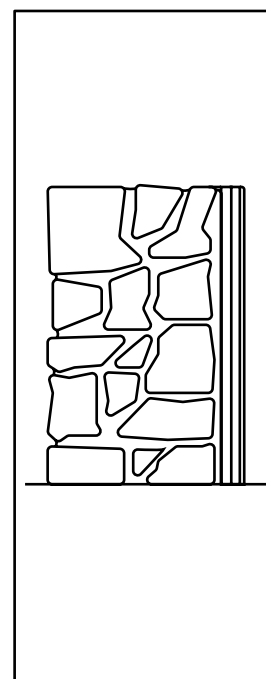


Tabla 6: Cálculo envolvente muros en contacto con el aire exterior propuesta

## Cubiertas en contacto con el aire exterior

Para poder cumplir con lo establecido en los requerimientos propuestos por el DB-HE 2019, la cubierta del edificio no tiene por qué modificarse, pues cumple con los estándares de transmitancia térmica (K). Sin embargo, consideramos pertinente su sustitución dado su estado. Así pues, y con tal de disminuir el impacto medioambiental, se plantea sustituir los paneles sándwich por paneles sándwich con corcho expandido, impermeabilizado por ambas partes. En el interior se colocará un machihembrado de conífera como acabado. En el exterior se realizará una cubierta de tejas de arcilla cocida.

La tipología de la nueva cubierta está basada en el catálogo del CTE donde figuran distintas tipologías de techado que facilitan tanto la identificación del que tiene la estructura actualmente como la selección de una nueva configuración que se adecúe correctamente a las necesidades constructivas.

Así pues, la nueva cubierta se compondrá de los materiales que figuran en la siguiente tabla:

CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR					VISTA SECCIÓN
n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)	
1	Teja	Arcilla cocida	0,012	1	
2	Capa impermeable	Polipropileno	0,003	0,22	
3	Revestimiento	Tablero contrachapado 250<d<350	0,02	0,110	
4	Aislante	Corcho expandido puro	0,15	0,049	
5	Revestimiento	Tablero contrachapado 250<d<350	0,02	0,110	
6	Capa impermeable	Uretano con ruptura de puente térmico	0,02	0,210	
7	Acabado	Conífera de peso medio 435<d<520	0,010	0,15	
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>0,27 W/m<sup>2</sup>K</b>	

Tabla 7: Cálculo envolvente cubiertas en contacto con el aire exterior propuesta

## Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno

El suelo es, junto con los huecos y muros, el elemento de la envolvente que más margen de mejora tiene. Así pues, se busca, al igual que en los casos anteriores, cumplir con el requerimiento técnico estipulado en el DA DB-HE/1.

Dado que la metodología de construcción y los materiales usados son particulares de este edificio, no hemos podido hacer uso del catálogo para buscar modelos compuestos de fisionomías similares.

En la siguiente tabla se recogen los materiales seleccionados para mejorar las propiedades térmicas del suelo.

### MUROS, SUELOS Y CUBIERTAS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABILITADOS O CON EL TERRENO

n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Conductividad (W/mK)
1	Acabado	Conífera de peso medio 435 <d<520	A0,012	0,012
2	Revestimiento	Tablero contrachapado 250<d<350	0,01	0,110
3	Aislante	Corcho expandido puro 100<d<150	0,15	0,049
4	Revestimiento	Tablero contrachapado 250<d<350	0,01	0,110
5	Capa impermeable	Poliuretano con ruptura de puente térmico	0,003	0,210
6	Capa aislante	Muro mampostería	0,4	0,990
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>0,34 W/m<sup>2</sup>K</b>

### VISTA SECCIÓN

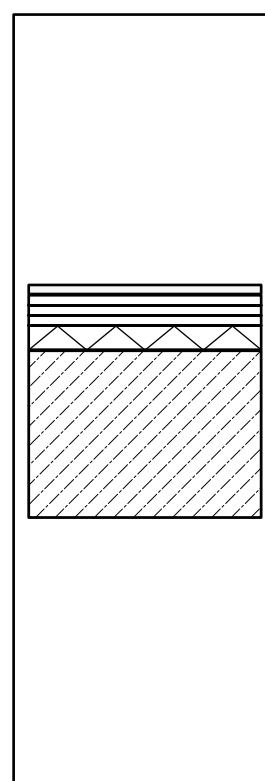


Tabla 8: Cálculo envolvente muros, suelos, cubiertas contacto con espacios no habitables propuesta

## Huecos (conjunto de marco, vidrio) (ventanas y puertas)

En el caso de los huecos teníamos mucho margen de mejora con respecto a lo que teníamos anteriormente. Así pues, en este caso se han modificado únicamente las ventanas, pero en distintos parámetros clave.

Por una parte, se ha modificado tanto la tipología de marco existente como el del vidrio, siendo ahora un marco de madera con doble cristal de baja emisividad. Las razones para escoger esta tipología de ventana y no una con mejores características térmicas (aluminio o PVC con ruptura del puente térmico) es la medioambiental. La selección de un doble acristalamiento es clave para reducir la transmisión de calor entre ambos lados y el hecho de que sean de baja emisividad ayuda a reducir el impacto del control solar en el interior del edificio.

Además, también se ha realizado una modificación de la situación de las ventanas con respecto a su posición original (al ras del muro). En esta actuación las ventanas se han retranqueado, ofreciendo una configuración que permite una menor irradiación sobre ellas en los meses más cálidos y una ganancia en los meses más fríos.

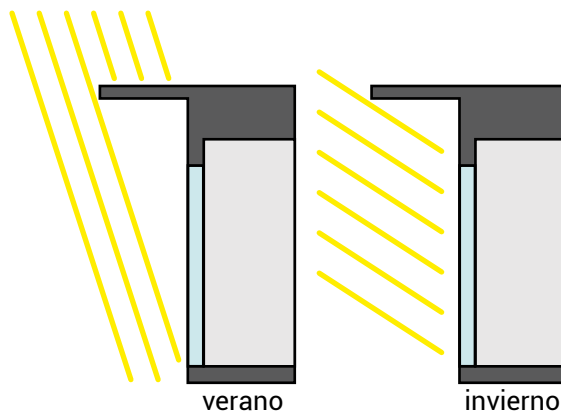


Figura 5: Soleamiento durante el año

HUECOS (CONJUNTO DE MARCO + VIDRIO)					VISTA SECCIÓN
n	Nombre	Composición	Espesor (m)	Fracción de marco	
1	Vidrios bajo-emisivos en posición horizontal	Marco madera de alta densidad	4-6-9	20%	
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>2,53 W/m<sup>2</sup>K</b>	
2	Puerta de madera	Marco completo	0,004	100%	
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>2,20 W/m<sup>2</sup>K</b>	
3	Puerta de madera	Marco completo	0,004	100%	
<b>Transmitancia térmica</b>				<b>2,20 W/m<sup>2</sup>K</b>	

Tabla 9: Cálculo envolvente huecos

### ***Cálculo control solar actual (q sol, jul)***

Como hemos mencionado en el apartado del análisis de los cerramientos, el control solar depende proporcionalmente del factor  $g_{gl}:w_i:sh$ , que está relacionado con la irradiación que percibe el edificio con los elementos móviles de sombra activos. El objetivo de este trabajo es asegurar el cumplimiento de la norma, sin embargo, en este apartado hemos optado por no implementar medidas de control solar activas ya que requeriría un sistema automático para su regulación en función de las condiciones externas e internas. Así pues, hemos optado por una correcta selección de materiales en los huecos, así como la aplicación del retranqueo en las ventanas. Ambas medidas resultan suficientes y, además, eficientes en términos económicos y medioambientales.

Los resultados del cálculo del control solar se ofrecen al final de este capítulo.

### ***Cálculo permeabilidad del edificio (n50)***

Como hemos mencionado en el capítulo, a permeabilidad al aire de toda la envolvente térmica (n50) que es exigible solo a la edificación residencial privada nueva con una superficie útil total superior a 120m<sup>2</sup>.

Su cálculo figura en la hoja de resultados pero no proporciona ningún dato, ni es necesario para evaluar la mejora de la vivienda.

### **Implantación de nuevo sistema de climatización**

Para hacer más sostenible la obtención de climatización y ACS, se plantea la instalación de una caldera alimentada por biomasa. De esta forma, logramos que los consumos de calefacción sean de origen sostenible y la vivienda tenga una mejor calificación energética.

#### ***Caldera de Biomasa***

El dimensionamiento de esta caldera se ha realizado de forma manual a partir del siguiente procedimiento:

Se han tenido en cuenta dos factores principales.

- El consumo de ACS promedio por persona y día proporcionado por el CTE = 30l/persona
- Las necesidades de calefacción de la vivienda aproximando a 100W/m<sup>2</sup>
  - Es importante considerar que si se realiza el análisis desde el LIDER-CALENER de este proceso obtendremos resultados que no son coherentes con la realidad del uso de los espacios. Es decir, el programa asume que las condiciones de confort (Temperatura, humedad...) se tienen que cumplir siempre en todos los espacios definidos, sin considerar que el uso de estos sea puntual.

De este modo, hemos aprovechado la instalación existente de radiadores para distribuir el calor de la misma forma que realizábamos en el caso anterior. Así pues:

- Estancia Salón 180 m<sup>2</sup> 1800 W
- Cuarto 1 42,5 m<sup>2</sup> 425 W
- Cuarto 2 49m<sup>2</sup> 490 W
- Cuarto 3 78m<sup>2</sup> 780 W

$$P_{Calef} = 3,495 \text{ kW}$$

Por otro lado, tenemos la demanda de ACS

- 30 L/persona día -> 120 L/día
- Tiempo exigido de calentamiento -> 30 minutos

Así pues:

- $P = m C_p (\Delta T)$
- P, es la potencia necesaria de la caldera (kcal/h)
- m, caudal masico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg
- C<sub>p</sub>, es el calor especifico del agua. (1 kcal/kg·°C)
- ΔT, el salto térmico del fluido (°C)

$$P_{ACS} = 14,469 \text{ kW}$$

Finalmente, el tamaño de la caldera es la suma de las demandas calculadas anteriormente:

$$P_{Caldera} = P_{Calef} + P_{ACS} = 17,964 \text{ kW}$$

### **Solar**

Tras dimensionar la caldera de biomasa correctamente, hemos optado por no incorporar un sistema de obtención de ACS por placas solares térmicas, ya que queremos utilizar la superficie disponible en la cubierta del edificio para instalar una potencia elevada de fotovoltaica que permita cubrir las necesidades de la unidad familiar.



## Resumen y comparación de las actuaciones

En este apartado realizaremos una comparación de las actuaciones llevadas a cabo para determinar su efectividad y cómo han afectado a la eficiencia energética del edificio.

### Conclusiones sobre las actuaciones para la mejora de la envolvente

#### CERRAMIENTOS

Nombre	Medida tomada	Antes	después
Muros y suelos en contacto con el aire exterior	Incorporación de aislante trasdosado + acabado	1,69	0,36
Cubiertas en contacto con el aire exterior	Sustitución integral de la cubierta	0,31	0,27
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno	Incorporación de aislante trasdosado + acabado	1,46	0,34
Huecos (conjunto de marco, vidrio) - ventanas y puertas	Mejora de los cerramientos + retranqueo	6,6	2,2

Tabla 10: Conclusiones sobre las actuaciones para la mejora de la envolvente

Tras realizar las modificaciones sobre la envolvente hemos logrado disminuir considerablemente las transmitancias térmica límite impuestas por el DA DB-HE/1.

Gracias a esta mejora, el consumo de energía primaria total disminuirá y por tanto las necesidades energéticas de la vivienda ( $W/m^2$ ) serán menores en comparación con la vivienda antes de su reforma, como podremos observar en los informes extraídos HULC.

Aún así, existen algunos cerramientos que no cumplen con lo fijado por la normativa. Esto se debe a que el cumplimiento individual de los elementos no asegura el cumplimiento de la transmitancia global térmica ( $K$ ), que es el valor válido para evaluar la mejora de cerramientos y que se calcula de la siguiente forma:

## CONTROL SOLAR

Nombre	Medida tomada	Antes	después
Huecos (conjunto de marco, vidrio) - ventanas y puertas	Mejora de los cerramientos + retranqueo		

Tabla 11: Conclusiones sobre las actuaciones para la mejora del control solar actual (q sol, jul)

Como mencionamos en su correspondiente capítulo, donde explicábamos la relevancia que tenía este factor, y como se dice incluso en el propio DB-HE, la mejora de este valor depende de la incorporación de elementos activos que limiten la radiación solar máxima en el interior del edificio durante el mes de julio.

Las modificaciones que hemos realizado sobre los cerramientos no incluyen la incorporación de elementos activos, sino únicamente del retranqueo de las ventanas y de la mejora en la selección de estas. Estos sencillos cambios han permitido reducir en un 50% radiación solar incidente, sin necesidad de implementar sistemas de protección solar activa, como pueden ser persianas o toldos, y facilitando que las ganancias sean las menores posibles sin involucrar al usuario en la gestión de los sistemas de sombreado.

## Estudio del consumo y generación eléctrica en la vivienda

### Consumos futuros

Este apartado tiene como objetivo cuantificar los posibles consumos futuros de la vivienda para diseñar apropiadamente las instalaciones de generación eléctrica. Para ello, hemos hecho uso de los datos proporcionados por el IDAE, *Consumos del sector residencial en España* (2018, p.5 tabla 3). Una vivienda unifamiliar situada en su zona climática consume unos 19.653 kWh anuales de media.

Sin embargo, según la propuesta realizada anteriormente se pretende instalar suficiente potencia fotovoltaica como para suplir, además de las necesidades domésticas, la recarga de un vehículo eléctrico.

Para no escoger un modelo concreto de vehículo eléctrico, hemos realizado una búsqueda de información que intenta aproximarse, por un lado, al consumo que tiene un vehículo eléctrico promedio cada 100 km en kWh (*Energía y Sociedad, (s.f)*) y, por otro, del recorrido medio en km que realiza una persona a diario (MITECO, (2014)). De este modo, obtenemos que:

$$41,6\text{km/día} \cdot 365 = 15184 \text{ km año}$$

$$0,15\text{kWh/km} \cdot 15184 = 2277,6 \text{ kWh anuales}$$

Por lo tanto, según nuestros cálculos, el consumo anual estimado de nuestra vivienda será de 21930kwh/anuales.

## Fotovoltaica

Una vez conocidos los datos de consumo que tiene nuestra vivienda, deberemos dimensionar nuestra generación fotovoltaica. Para ello, debemos de conocer las horas solares pico que tiene la localización. Hemos empleado la herramienta PVGIS, que nos permite, dadas una localización y una inclinación, determinarlas de forma directa (se adjunta ficha del programa en anejos). La localización es dada por el proyecto, la inclinación es la de la cubierta, que se obtiene de forma directa por propiedades trigonométricas y es de 4 grados. Obtenemos un resultado de 1439,86 horas solares pico al año.

Sabiendo que queremos suplir de electricidad a toda nuestra unidad familiar con 21930 kWh/año, la potencia que tendremos que instalar será el factor de ambos productos, siendo esta 15,231 kWp.

A partir de este punto, deberemos escoger cada uno de los componentes necesarios: Módulos fotovoltaicos, inversores, estructura soporte, cableado, protecciones y puesta a tierra.

### Módulos fotovoltaicos

Se escoge un módulo solar fotovoltaico con las siguientes características:

- Tipo de células: silicio policristalino
- Potencia máxima (Wp): 335 W
- Tensión a máxima potencia (Vmp): 37,4 V
- Intensidad a máxima potencia (Imp): 8,96 A
- Tensión en circuito abierto (Voc): 45,8 V
- Intensidad de cortocircuito (Isc): 9,45 A
- Eficiencia: 17,23%
- Dimensiones: 1600 mm x 1000 mm

Descritas las necesidades de potencia en el apartado anterior, se realiza una división entre la esta y la potencia de los módulos, en la que obtendremos el número de módulos que instalaremos de forma directa.

Según nuestros cálculos, se instalarán 44 módulos fotovoltaicos distribuidos por la cubierta del edificio, que nos proporcionarán una potencia de 14,740kWp.

A continuación, tenemos unos datos que resumen la generación mensual:

Una vez dimensionada la cantidad de módulos fotovoltaicos necesarios para cubrir la poten-

<b>Mes</b>	<b>E_m</b>	<b>H(i)_m</b>	<b>SD_m</b>
Enero	929,2	77,3	167,2
Febrero	1182,7	97,8	185,1
Marzo	1715,4	143,4	205,5
Abril	2017,2	173,3	138,1
Mayo	2419,3	212,8	205,1
Junio	2539,2	229,8	104,9
Julio	2728,3	252,3	63,9
Agosto	2467,9	226,9	63,1
Septiembre	1894,8	169,4	115,8
Octubre	1436,0	124,6	123,1
Noviembre	1012,1	85,2	132,7
Diciembre	881,4	74,1	100,0

Tabla 12: Energía FV y radiación solar mensual)

**E\_m:** Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

**H(i)\_m:** Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m<sup>2</sup>].

**SD\_m:** Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

cia demandada, comprobamos que tengamos la suficiente cubierta como para distribuirlos adecuadamente.

Para ello, asumiremos que cada módulo, a parte de su superficie, necesita unos centímetros de distancia lateral y una distancia de unos 30 cms entre las filas orientadas. Así pues, las medidas de comprobación de capacidad serán 1800mmx1100mm. Por módulo tendremos un tamaño de 1'98m<sup>2</sup>

La comprobación es directa:

$$1,98m^2/módulo * 44 módulos = 87,12m^2$$

$$Superficie disponible = 180m^2$$

Queda comprobado que la cubierta tiene superficie suficiente para albergar los módulos necesarios. La distribución de estos (strings) se calculará en función del conexionado con el inversor.

## Inversor

La energía máxima producida es de 14,76Kwp. Con lo cual se instalará un inversor de 15,0Kwp de potencia máxima de salida del generador.

Seleccionamos un generador con las siguientes características eléctricas de entrada y salida:

Mes	E_m
Número de seguidores MPP	2
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ max}$ )	33,0 / 27,0 A
Máxima corriente de cortocircuito	49,5 / 40,5 A
Rango de tensión de entrada ( $U_{cc\ min} - U_{cc\ max}$ )	200 - 1000 V
Tensión CC mínima de puesta en marcha ( $U_{arranque}$ )	200 V
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	600 V
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ min} - U_{mpp\ max}$ )	320 - 800 V
Rango de tensión de punto de rendimiento máximo utilizable	200 - 800 V
Número de entradas CC	3 + 3
Máxima salida del generador FV ( $P_{cc\ max}$ )	22,5 kWpeak

Tabla 13: Datos de entrada

Mes	E_m
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	15 kW
Máxima potencia de salida ( $P_{ac\ max}$ )	15 kWA
Corriente de salida CA ( $I_{ca\ nom}$ )	21,7 A
Rango de tensión CA ( $U_{min} - U_{max}$ )	150-280 V

Tabla 14: Datos de salida

Este inversor cuenta con dos STRING de entrada con una intensidad máxima de 27A y una tensión máxima de entrada de 1000V.

Tenemos 4 cadenas de 11 módulos cada una. Así pues, comprobamos que nuestra configuración se adecúe al comportamiento del inversor:

$$VPMP\ cadena = 37,4 * 11 = 411,4V < 800\ V$$

$$VDC\ max\ cadena = 45,8 * 11 = 503,8V < 1000\ V$$

$$VPMP\ min\ modulo = 30,07 * 11 = 330,83V > 200\ V$$

$$P = 11 * 335 = 3.685Wp\ por\ cadena.$$

$$I = 3.685 / 411,4 = 8,96A$$

como tenemos 2 STRING la intensidad por STRING será:

$$I = 8,96 * 2 = 17,91A < 27A$$

Por lo que hemos dimensionado correctamente los paneles.

## Cableado y tubos

Para el dimensionamiento de los cables y tubos haremos uso de las ITC BT-19 e ITC BT-21, respectivamente.

Así pues, en nuestra instalación fotovoltaica podemos distinguir tres tramos:

- Módulos – Caja de conexiones (CC)
- Caja de conexiones – Inversor (CC)
- Inversor – Caja de protección y medida (CA)

Para el cálculo de la sección (S) comprobaremos los criterios de caída de tensión e intensidad máxima admisible (criterio establecido por el ITC BT 40) calculados de la siguiente forma:

Sección mínima entre los elementos a considerar según criterio de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{cc}}{\sigma \cdot \Delta V}$$

Ecuación 2: Cálculo de la sección mínima entre elementos del circuito

Donde:

L: Longitud del cable a dimensionar

I<sub>cc</sub>: corriente cortocircuito del módulo

Sigma= conductividad del cable de cobre = 56 S/m

Incremento de voltaje = tensión pico panel \* paneles en serie \* caída de tensión máxima admisible (1,5%)

Criterio de intensidad máxima

$$I_{max} = I_{cc} \cdot 1,25$$

Ecuación 3: Criterio de intensidad máxima

Una vez calculados estos valores, comprobaremos cuál de ellos es más restrictivo y acudiremos a la *Tabla 1- ITC BT 21* y escogeremos la sección que corresponda con los cálculos.

Finalmente, para la selección de los tubos por donde se hará el tendido de cable, se acudirá a la *Tabla 16 - ITC BT-21*, donde la extracción de los resultados es directa.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 15: Diámetros exteriores mínimo para los tubos en función del número y sección de los conductores o cables a conducir para canalizaciones fijas en superficie (fuente: ITC-BT-21 [35])

### Módulos – caja de conexiones

Así pues:

Criterio de caída de tensión:

$$S = (2 \cdot 21 \cdot 8,96) / (56 \cdot 0,015 \cdot 441,4) = 1,0149 \text{ mm}^2$$

Según el ITC-BT 40, el cableado debe de soportar el 125% de la Icc, por tanto:

Criterio de intensidad máxima:

$$I_{max} = 8,96 \cdot 1,25 = 11,2A \rightarrow 1,5 \text{ mm}^2 \text{ x tablas}$$

Ambos criterios son igualmente restrictivos. Seleccionaremos la sección de cable estandarizada por ITC BT-19 (B1-5) = 1,5mm<sup>2</sup>

El diámetro de los tubos viene dado por tabla 1 ITC BT 21 -> 12mm

### Cajas de conexiones – Inversor

Mismo procedimiento que antes.

Tenemos 2 cajas de conexiones justo antes de la bajada hasta el inversor, que se encuentra en el garaje, a 13 metros de distancia.

Criterio de caída de tensión:

$$S = (2 \cdot 13 \cdot 2 \cdot 8,96) / (56 \cdot 0,015 \cdot 441,4) = 1,2566 \text{ mm}^2$$

Según el ITC-BT 40, el cableado debe de soportar el 125% de la Icc, por tanto:

Criterio de intensidad máxima:

$$I_{max} = 8,96 \cdot 2 \cdot 1,25 = 22,4A \rightarrow 2,5mm^2 \text{ x tablas}$$

Seleccionaremos la sección de cable estandarizada tabla itcBT19 (B1-5) inmediatamente superior = 2,5mm<sup>2</sup>

El diámetro de los tubos viene dado por tablas ITC BT 21 -> 12mm

### ***Inversor – Caja de protección y medida***

A partir de este punto, el cableado estará en alterna y la metodología de cálculo será distinta. La sección se calculará del siguiente modo:

$$S = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot U_L \cdot \Delta V}$$

Ecuación 4: Cálculo de la sección mínima inversor

Donde:

P: Potencia máxima del inversor

L: Longitud del cable entre el inversor y la caja de protección y medida

Sigma= conductividad del cable de cobre = 56 S/m

UL= Tensión de salida a red, que en este caso será 400V dado que nuestro contador es trifásico

Incremento de voltaje = valor porcentual de caída de tensión máxima admisible (2% (IDAE))

$$S = (15000 \cdot 6) / (56 \cdot 400 \cdot (400 \cdot 0,02)) = 0,502232mm^2$$

Como observamos, la sección fijada por el criterio de tensión ya no es tan restrictiva. Para calcular la nueva sección del cable, haremos uso de la de la máxima corriente admisible por cada cable.

A la salida del inversor la corriente máxima es 21,7 según la ficha técnica

$$I_{max} = I_{outmax} \cdot 1,25 = 21,7 \cdot 1,25 = 27,125A$$

Si acudimos a tablas, tenemos que sería suficiente instalar un cable con sección de 6mm<sup>2</sup> por fase (Tabla 1 - B1-4).

Finalmente, el diámetro de los tubos viene dado por tablas ITC BT 21 -> 20mm



## ***Protecciones***

Usaremos fusibles de protección de 10A para cada string para proteger la instalación ante posibles cortocircuitos o sobrecargas.

Como protecciones sobre el CGBT existente en la vivienda, se instalarán:

Interruptor automático magnetotérmico IV, 3P+N, 25A, 20KA.

Interruptor diferencial IV, 3P+N, 40A, 30mA.

## Vehículo eléctrico

El dimensionamiento de la instalación de vehículo eléctrico (en adelante VE) se hace bajo la normativa de la ITC BT 40. Dadas las características de la vivienda, podemos clasificar la instalación en un esquema 4A trifásico. El punto de recarga se situará en el garaje.

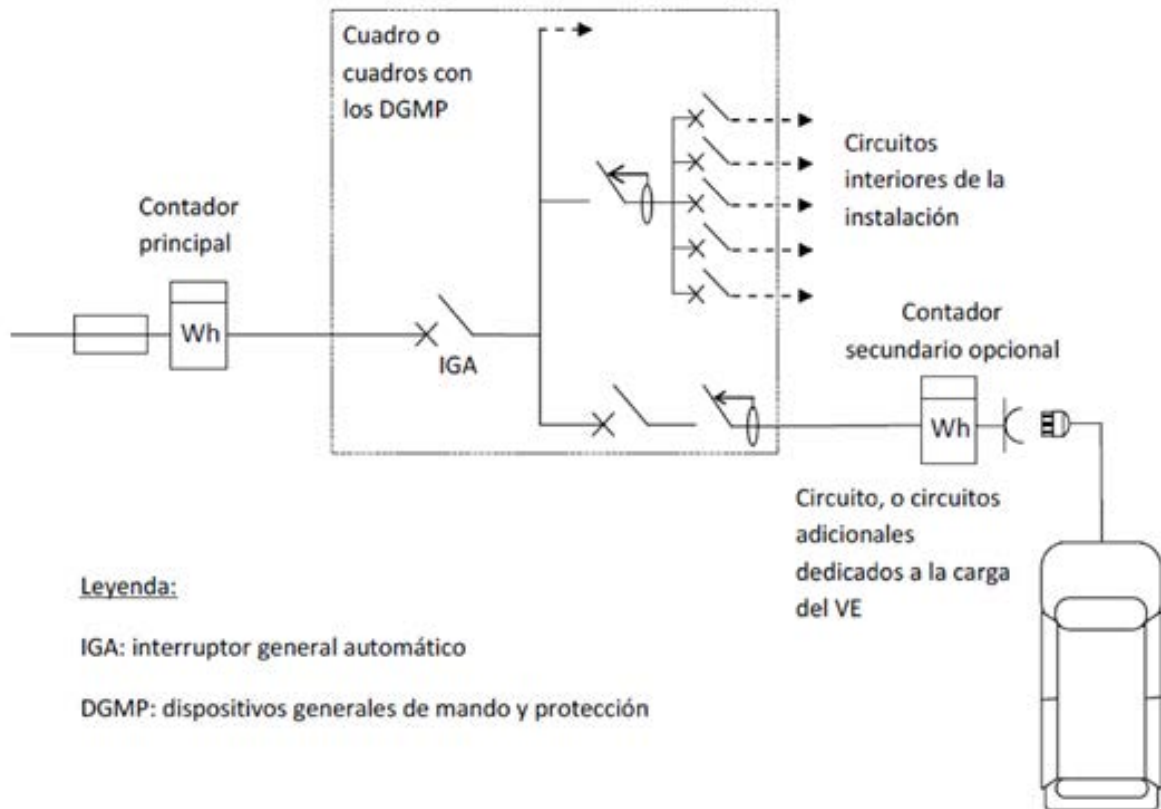


Figura 6: Instalación con circuito adicional individual para la recarga de vehículo eléctrico en viviendas unifamiliares

A diferencia de los capítulos anteriores en los que se ha evitado hablar de marcas/modelos de los elementos que hemos instalado, aquí se vuelve imprescindible pues, al ser un mercado tan novedoso, la diferenciación entre los productos se basa en el constante desarrollo de nuevas tecnologías que hagan que el usuario se vea atraído a su adquisición.

Así pues, se planteaba la posibilidad de establecer un sistema de vehicle-to-grid (En adelante V2G) que se ha visto truncada al encontrar que es una posibilidad aún muy restrictiva dentro de los sistemas que se ofertan en el mercado, ya no únicamente desde la carga, sino desde los vehículos actualmente presentes en el mercado. Únicamente Tesla y marcas japonesas de VE ofrecen la posibilidad vaciar sus baterías para generar una red inteligente de abastecimiento doméstico.

Sin embargo, la posibilidad de incorporar un almacenamiento de energía distribuido por toda la red es una cuestión muy interesante cara al futuro, pues resuelve la problemática que se está generando con la generación distribuida por parte de la fotovoltaica.

Es este otro de los grandes problemas a los que se enfrenta esta nueva tecnología; la coin-

cidencia horaria entre los periodos de necesidad de potencia de una vivienda y la necesidad de recarga del VE del V2G. Las formas en la que esta problemática se vea resuelta es no teniendo un horario de recarga coincidente con el de tu demanda como usuario en otros servicios. Es, sin duda, un reto que se verá resuelto conforme la sociedad vaya aproximándose a dinámicas más apropiadas para la transición energética a la que nos vemos abocados.

Finalmente, hemos optado por una solución cercana al V2G mediante un sistema que explicaremos en el próximo apartado. Aprovecharemos la instalación fotovoltaica que nos permita generar energía en los periodos de máxima potencia. El excedente de la energía no consumida será volcada a la red para luego volver a ser adquirida a precio mucho más bajo en un periodo horario donde existan consumos.

De esta forma logramos reducir considerablemente coste económico de la recarga del VE considerablemente y, sobretodo, el impacto medioambiental de tus desplazamientos.

### **Cargador de vehículo eléctrico**

La selección del cargador de VE es clave para poder conseguir el grado de independencia y automatización que permitan al usuario el aprovechamiento total de la instalación de los paneles fotovoltaicos.

Así pues, realizando una investigación de los cargadores actuales del mercado, escogemos el POLICHARGER PRO-SC3F. Este cargador consta de un sistema que te permite la regulación dinámica de la potencia desde su software, estando en contacto mediante una pinza amperimétrica que comunica con la instalación fotovoltaica, los consumos de la vivienda y la salida del contador. De esta forma, realizando una operación sencilla y definida por el usuario, el cargador si funcionar dependiendo de los consumos y la demanda, cargando incluso a distintas potencias.

Las características del cargador son las siguientes:

Potencia máxima	22 kW (3P)
Corriente máxima	32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Voltaje entrada	400 V AC +- 10%, 3P+N+PE
Corriente de carga	configurable de 6 A a 32 A

Tabla 16: Especificaciones eléctricas

Modelo	Policharger PRO-SC3F
Tipo de conector	Base Tipo 2 (IEC 62196)

Tabla 17: Especificaciones generales

### ***Cableado y tubos***

Dimensionaremos la sección de cable basándonos el criterio de intensidad máxima admittida, puesto que la caída de tensión en el cable que una el cargador y el contador es muy pequeña debida a la corta distancia.

Siendo la potencia máxima es 32A, acudimos al ITC BT 19 (Tabla 1 – B1 – 4) y extraemos que la sección del cable es 6mm<sup>2</sup>.

### ***Protecciones***

El cargador incluye las protecciones en su interior, por lo que no es necesario dimensionar unas nuevas. La conexión se realiza directamente sobre el contador.

# Conclusiones

Para terminar este documento y resumir nuestras conclusiones, hemos podido estudiar la envolvente de un edificio existente, identificar los materiales necesarios para su restauración, entender las necesidades energéticas de sus usuarios y planificar unas intervenciones.

Una vez planteado el estado actual del edificio, hemos realizado simulaciones que nos han permitido comprobar cómo aumenta la eficiencia energética del edificio al mejorar su envolvente y su factor solar.

Esto junto con la identificación de los consumos, nos ha llevado al diseño de una instalación fotovoltaica lo suficientemente grande como para proporcionar energía a una vivienda tipo en la zona continental y, además, mediante el promediado del consumo de un vehículo eléctrico, se ha diseñado con un margen que permitirá que las recargas del mismo sean considerablemente más económicas que si no hubiese instalación generadora.

Finalmente, se ha diseñado una instalación de punto de recarga de vehículo eléctrico con un sistema inteligente proporcionado por el propio cargador que permite fijar las condiciones para que la carga del VE se lleve a cabo o no.

Se ha intentado diseñar, en definitiva, una vivienda lo más autónoma y autosostenible tanto a nivel constructivo, técnico e, incluso, de los usuarios.

# Bibliografía

ENERDATA (2018) ODYSSEE-MUREE SECTORAL PROFILE - OVERVIEW

<https://www.odyssee-muree.eu/publications/efficiency-by-sector/overview/final-energy-consumption-by-sector.html>

Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (2019) Guía de aplicación del DB-HE 2019

[https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia\\_aplicacion\\_DBHE2019.pdf](https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019.pdf)

Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, (2019) Documento Básico HE Ahorro de energía <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>

Ministerio de vivienda (2010) Catálogo De Elementos Constructivos Del CTE

[http://www.anape.es/pdf/Catalogo%20de%20Elementos%20Constructivos%20CAT-EC-v06.3\\_marzo\\_10.pdf](http://www.anape.es/pdf/Catalogo%20de%20Elementos%20Constructivos%20CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf)

Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía (2020) DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente

[https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DA\\_DB-HE-1\\_Calculo\\_de\\_parametros\\_caracteristicos\\_de\\_la\\_envolvente.pdf](https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DA_DB-HE-1_Calculo_de_parametros_caracteristicos_de_la_envolvente.pdf)

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco (2014, p. 37)

[https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/area\\_termica\\_public/es\\_def/adjuntos/catalogo\\_rehabilitacion\\_rev03.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/area_termica_public/es_def/adjuntos/catalogo_rehabilitacion_rev03.pdf)

INE (2018) Estadística sobre el Suministro y Saneamiento del Agua

[https://www.ine.es/prensa/essa\\_2018.pdf](https://www.ine.es/prensa/essa_2018.pdf)

Segura, C. (2018-2019) Estudio Comparativo de Materiales Sostenibles Aislantes en la Arquitectura

<https://m.riunet.upv.es/handle/10251/137334>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f) Documentos reconocidos del Reglamento de Instalaciones térmicas en edificios.

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Paginas/IndexDocumentosReconocidos.aspx>

IDAE, Consumos del sector residencial en España (2018, p.5) - Consumo medio por hogar

[https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_Documentacion\\_Basica\\_Residencial\\_Unido\\_c93da537.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf)

Energía y Sociedad, (s.f) 4.2.- La eficiencia energética del vehículo eléctrico

<https://www.energiaysociedad.es/manenergia/4-2-la-eficiencia-energetica-del-vehiculo-electrico/>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - ¿cómo nos movemos?

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/como-nos-movemos.aspx>

Ministerio De Ciencia y Tecnología (s.f) INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN – ITC -BT- 40

[http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC\\_BT\\_40.pdf](http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT/ITC_BT_40.pdf)

# Anexos

## Presupuesto

Únicamente se ha realizado el presupuestado de las partidas de instalación fotovoltaica y punto de recarga de vehículo eléctrico.

Unidad	Descripción	Unidades	Precio unitario	Importe
	Materiales			
Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 335 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,4 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,96 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 9,45 A, eficiencia 17,23%. totalmente montada, incluido cableado, medios auxiliares y mano de obra.	44	56,80	2.499,20
Ud	Estructura coplanar, totalmente montada, incluida tornillería, medios auxiliares y mano de obra.	1	250,00	250,00
Ud	Inversor trifásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 15000 W, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, potencia nominal de salida 10000 W, potencia máxima de salida 10000 VA, eficiencia máxima 97,5%.	1	915,00	915,00
Ud	Cuadro de protección entradas corriente continua y salidas corriente alterna según esquema, totalmente montada, incluido cableado, medios auxiliares y mano de obra.	1	360,00	360,00
Ud	Canalizaciones varias	1	150,00	150,00
Ud	Conductores varias	1	550,00	550,00
			<b>Subtotal materiales</b>	<b>4724,2</b>
	Costes directos complementarios			
		<b>TOTAL</b>		<b>5294,2€</b>

Tabla 18: Presupuesto instalación fotovoltaica



Unidad	Descripción	Unidades	Precio unitario	Importe
	<b>Materiales</b>			
Ud	Punto de recarga de vehículo eléctrico POLICHARGER PRO-SC3F, con características eléctricas y generales descritas en ficha técnica, incluido cableado, protecciones, medios auxiliares y mano de obra.	1	1225,00	1225,00
Ud	Manguera Tipo 2 para conexión del punto de recarga con el vehículo eléctrico	1	658,00	658,00
Ud	Canalizaciones varias	1	150,00	150,00
Ud	Conductores varias	1	350,00	350,00
			<b>Subtotal materiales</b>	<b>2383,00</b>
	<b>Mano de obra</b>			
h	Persona con herramienta incluida	8	71,25	570,00
			<b>Subtotal mano de obra</b>	<b>570,00</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>2953,0€</b>

Tabla 19: Presupuesto instalación vehículo eléctrico

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda TFG		
Dirección	-		
Municipio	Badajoz	Código Postal	-
Provincia	Badajoz	Comunidad Autónoma	Extremadura
Zona climática	C3	Año construcción	Anterior a 1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2019		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar</li> <li><input type="checkbox"/> Bloque</li> <li><input type="checkbox"/> Bloque completo</li> <li><input type="checkbox"/> Vivienda individual</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Edificio completo</li> <li><input type="checkbox"/> Local</li> </ul>

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Carlos J. Romero Monrabal	NIF/NIE	-
Razón social	-	NIF	24399540J
Domicilio	-----		
Municipio	- Seleccione de la lista -	Código Postal	-
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2237.1162, de fecha 29-jul-2021		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">&lt;36.40 A</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">36.40-62.9 B</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">62.90-102.70 C</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">102.70-161.20 D</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">161.20-291.30 E</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">291.30-367.00 F</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">=&gt;367.00 G</span></li> </ul> </div> <div style="width: 5%; font-size: 2em;">}</div> <div style="width: 45%;"> <span style="background-color: #d9ead3; padding: 5px 15px; font-weight: bold;">70,67 C</span> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">&lt;8.30 A</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">8.30-14.30 B</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">14.30-23.40 C</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">23.40-36.70 D</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">36.70-67.40 E</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">67.40-86.90 F</span></li> <li style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #d9ead3; padding: 2px 5px;">=&gt;86.90 G</span></li> </ul> </div> <div style="width: 5%; font-size: 2em;">}</div> <div style="width: 45%;"> <span style="background-color: #d9ead3; padding: 5px 15px; font-weight: bold;">14,96 C</span> </div> </div>

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

Fecha 02/09/2021

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 Organismo 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

<b>Superficie habitable (m<sup>2</sup>)</b>	479,00
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
P01_E01_PE001	Fachada	15,00	1,69	Usuario
P01_E01_PE002	Fachada	21,00	1,69	Usuario
P01_E01_FTER001	Suelo	49,00	0,69	Usuario
P01_E02_PE003	Fachada	21,00	1,69	Usuario
P01_E02_PE004	Fachada	15,00	1,69	Usuario
P01_E02_FTER002	Suelo	35,00	0,69	Usuario
P01_E03_PE001	Fachada	41,00	1,69	Usuario
P01_E03_PE002	Fachada	35,00	1,69	Usuario
P01_E03_PE003	Fachada	43,00	1,69	Usuario
P01_E03_FTER003	Suelo	180,00	0,56	Usuario
P02_E01_PE001	Fachada	19,00	1,69	Usuario
P02_E01_PE002	Fachada	21,00	1,69	Usuario
P02_E02_PE003	Fachada	20,00	1,69	Usuario
P02_E02_PE004	Fachada	15,00	1,69	Usuario
P02_E03_PE001	Fachada	23,50	1,69	Usuario
P02_E03_PE002	Fachada	21,00	2,72	Usuario
P02_E04_PE003	Fachada	23,50	1,69	Usuario
P02_E04_PE001	Fachada	15,00	2,72	Usuario
P02_E05_PE001	Fachada	17,50	1,69	Usuario
P02_E05_PE002	Fachada	19,50	1,69	Usuario
P02_E05_PE003	Fachada	35,00	1,69	Usuario
P03_E01_ME001	Fachada	7,50	1,69	Usuario
P03_E01_ME002	Fachada	3,50	1,69	Usuario
P03_E01_ME003	Fachada	3,50	1,69	Usuario
P03_E01_ME004	Fachada	7,50	1,69	Usuario
P03_E01C003	Cubierta	84,85	0,32	Usuario

P03_E01C006	Cubierta	180,00	0,32	Usuario
-------------	----------	--------	------	---------

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta principal	Hueco	8,00	2,64	0,07	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	5,00	6,60	0,72	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	2,00	6,60	0,72	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	8,00	6,60	0,72	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Conve ncional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	84,00	GasNatural	Usuario
<b>TOTALES</b>		<b>17,00</b>			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)</b>	133,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Conve ncional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	84,00	GasNatural	Usuario

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALES</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

#### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	0,0
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>

# ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

## 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>14,96 C</b>		<b>CALEFACCIÓN</b>	
	Emisiones calefacción (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	C	<b>ACS</b>	
	13,04		Emisiones ACS (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	
			1,92	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Emisiones globales (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>	Emisiones refrigeración (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	A	Emisiones iluminación (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	
	0,00		-	

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

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	0,00	0,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por combustibles fósiles	14,96	7165,84

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>70,67 C</b>		<b>CALEFACCIÓN</b>	
	Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	C	<b>ACS</b>	
	61,58		Energía primaria no renovable ACS (kWh/m <sup>2</sup> año)	
			9,09	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m <sup>2</sup> año) <sup>1</sup>	Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m <sup>2</sup> año)	
	0,00		0,00	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
		<b>72,06 D</b>	
		Demanda de calefacción (kWh/m <sup>2</sup> año)	Demanda de refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> año)

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

## ANEXO III

# RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> •año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;36.40 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.40-62.9 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">62.90-102.70 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">102.70-161.20 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">161.20-291.30 E</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">291.30-367.00 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;367.00 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;8.30 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">8.30-14.30 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">14.30-23.40 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">23.40-36.70 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.70-67.40 E</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">67.40-86.90 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;86.90 G</div> </div>

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;19.70 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.70-32.0 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">32.00-49.50 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">49.50-76.20 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">76.20-125.70 E</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">125.70-147.00 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;147.00 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;10.00 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">10.00-14.3 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">14.30-20.40 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">20.40-29.70 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.70-36.70 E</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.70-45.10 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;45.10 G</div> </div>

### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Consumo Energía final (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)										
Demanda (kWh/m <sup>2</sup> •año)					(Celdas de demanda de ACS, Iluminación y Total ocultas)					

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

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

# ANEXO IV

## PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	26/07/21
--	----------

# VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda TFG		
Dirección	-		
Municipio	Badajoz	Código Postal	-
Provincia	Badajoz	Comunidad Autónoma	Extremadura
Zona climática	C3	Año construcción	Anterior a 1900

### Uso final del edificio o parte del edificio:



- Residencial privado (vivienda)  Otros usos (terciario)

### Tipo y nivel de intervención

- Nuevo  Ampliación  
 Cambio de uso  
 Reforma:
  > 25% envolvente + Clima + ACS
 > 25% envolvente + Clima
 > 25% envolvente + ACS
 > 25% envolvente  
 < 25% envolvente + Clima + ACS
  < 25% envolvente + Clima
 < 25% envolvente + ACS
 < 25% envolvente

## SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	479,00
--	--------

Imagen del edificio	Plano de la situación
	

## DATOS DEL/DE LA TÉCNICO/A:

Nombre y Apellidos	Carlos J, Romero Monrabal	NIF/NIE	-
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	-----		
Municipio	- Seleccione de la lista -	Código Postal	-
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2,0.2237.1162 de fecha 29-jul-2021		

\* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.



## INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

### HE0 Consumo de energía primaria

<b>C<sub>ep,nren</sub></b>	70,70	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>C<sub>ep,nren,lim</sub></b>	65,00	kWh/m <sup>2</sup> año	No cumple
<b>C<sub>ep,tot</sub></b>	71,00	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>C<sub>ep,tot,lim</sub></b>	90,00	kWh/m <sup>2</sup> año	Sí cumple
<b>% horas fuera consigna</b>	66,62	%	<b>% horas fuera consigna<sup>lim</sup></b>	4,00	%	No cumple

**A<sub>útil</sub>** 479,00 m<sup>2</sup> **C<sub>FI</sub>** 4,812 W/m<sup>2</sup>

C <sub>ep,nr</sub>	Consumo de energía primaria no renovable del edificio
C <sub>ep,nren,lim</sub>	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0
C <sub>ep,tot</sub>	Consumo de energía primaria total del edificio
C <sub>ep,tot,lim</sub>	Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0
A <sub>útil</sub>	Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)
C <sub>FI</sub>	Carga interna media

### HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

<b>K</b>	1,39	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>K<sub>lim</sub></b>	0,75	kWh/m <sup>2</sup> año	No cumple
<b>q<sub>sol,jul</sub></b>	2,25	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>q<sub>sol,jul,lim</sub></b>	2,00	kWh/m <sup>2</sup> año	No cumple
<b>n<sub>50</sub></b>	5,54	1/h	<b>n<sub>50,lim</sub></b>	-	1/h	No aplica

**V/A** 1,86 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
**V** 1848,00 m<sup>3</sup> **V<sub>inf</sub>** 861,40 m<sup>3</sup>  
**D<sub>cal</sub>** 72,06 kWh/m<sup>2</sup> año **D<sub>ref</sub>** 9,13 kWh/m<sup>2</sup> año

K	Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica
K <sub>lim</sub>	Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sec. HE1
q <sub>sol,jul</sub>	Control solar de la envolvente térmica del edificio
q <sub>sol,jul,lim</sub>	Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1
n <sub>50</sub>	Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa
n <sub>50,lim</sub>	Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1
V/A	Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.
V	Volumen interior de la envolvente térmica
V <sub>inf</sub>	Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones
D <sub>cal</sub>	Demanda de calefacción
D <sub>ref</sub>	Demanda de refrigeración

### HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

<b>RER<sub>ACS;nrb</sub></b>	0,00	%	<b>RER<sub>ACS;nrb min</sub></b>	-	%	No aplica
------------------------------	------	---	----------------------------------	---	---	-----------

**Demanda ACS (\*)** 133,00 l/d

RER <sub>ACS;nrb</sub>	Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS
RER <sub>ACS;nrb min</sub>	Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS (**)

(\*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

(\*\*) Esta comprobación puede no ser de aplicación en ampliaciones y reformas de edificios existentes con una demanda inicial de ACS de hasta 5000 l/día en los que se incremente dicha demanda en menos del 50%

### HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El/la técnico/a abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la evaluación energética del edificio o de la parte que se evalúa 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: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Firma del/de la técnico/a certificador/a:

# 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. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (U) (W/m <sup>2</sup> K)
P03_E01C003	Cubierta	N	84,85	0,32
P03_E01C006	Cubierta	S	180,00	0,32
P01_E02_PE003	Fachada	E	21,00	1,69
P01_E03_PE003	Fachada	E	43,00	1,69
P02_E02_PE003	Fachada	E	20,00	1,69
P02_E04_PE003	Fachada	E	23,50	1,69
P02_E05_PE002	Fachada	E	19,50	1,69
P03_E01_ME003	Fachada	E	3,50	1,69
P03_E01_ME004	Fachada	E	7,50	1,69
P01_E01_PE002	Fachada	N	21,00	1,69
P01_E02_PE004	Fachada	N	15,00	1,69
P02_E01_PE002	Fachada	N	21,00	1,69
P02_E02_PE004	Fachada	N	15,00	1,69
P01_E01_PE001	Fachada	O	15,00	1,69
P01_E03_PE001	Fachada	O	41,00	1,69
P02_E01_PE001	Fachada	O	19,00	1,69
P02_E03_PE001	Fachada	O	23,50	1,69
P02_E05_PE001	Fachada	O	17,50	1,69
P03_E01_ME001	Fachada	O	7,50	1,69
P03_E01_ME002	Fachada	O	3,50	1,69
P01_E03_PE002	Fachada	S	35,00	1,69
P02_E05_PE003	Fachada	S	35,00	1,69
P02_E03_PE002	Fachada	S	21,00	2,72
P02_E04_PE001	Fachada	S	15,00	2,72
P01_E03_FTER003	Suelo	H	180,00	0,56
P01_E01_FTER001	Suelo	H	49,00	0,69
P01_E02_FTER002	Suelo	H	35,00	0,69

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)	g <sub>gl;wi</sub> (-)	g <sub>gl;sh;wi</sub> (-)	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
P01_E03_PE003_V_1	Hueco	E	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00

P02_E02_PE003_V	Hueco	E	1,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P02_E04_PE003_V	Hueco	E	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P01_E01_PE001_V	Hueco	O	6,00	2,64	0,75	1,00	60,00
P01_E03_PE001_V_1	Hueco	O	2,00	2,64	0,75	1,00	60,00
P01_E03_PE001_V	Hueco	O	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P02_E01_PE001_V	Hueco	O	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P02_E03_PE001_V	Hueco	O	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P02_E05_PE001_V	Hueco	O	2,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P01_E03_PE002_V_1	Hueco	S	1,00	6,60	0,85	0,77	50,00
P02_E05_PE003_V_1	Hueco	S	1,00	6,60	0,85	0,77	50,00

U<sub>H</sub> Transmitancia del hueco

g<sub>gl;wi</sub> Factor solar del acristalamiento

g<sub>gl;sh;wi</sub> Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad: 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

### Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m·K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,700	124,00	SDINT
-	UNION_CUBIERTA	0,960	56,21	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,000	24,00	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,490	64,00	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,591	102,00	SDINT

## 2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

### Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
Intensidad de las cargas internas (C <sub>FI</sub> ) (W/m <sup>2</sup> )	4,812

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Perfil de uso	Nivel de acondicionamiento	Nivel de ventilación de cálculo (m <sup>3</sup> /h)	Condiciones operacionales
P01_E02	35,00	86,28	RES-24-B	ACOND	83,25	17/20-25/27
P01_E03	180,00	443,70	RES-24-B	ACOND	428,16	17/20-25/27
P02_E01	49,00	120,79	RES-24-B	ACOND	116,55	17/20-25/27
P02_E02	35,00	86,28	RES-24-B	ACOND	83,25	17/20-25/27
P02_E03	59,50	146,67	RES-24-B	ACOND	141,53	17/20-25/27
P02_E04	42,50	104,76	RES-24-B	ACOND	101,09	17/20-25/27
P02_E05	78,00	192,27	RES-24-B	ACOND	185,54	17/20-25/27

### Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Perfil de uso	Nivel de acondicionamiento	Nivel de ventilación de cálculo (m <sup>3</sup> /h)	Condiciones operacionales
P01_E01	49,00	120,79	perfildeusuario	NoHabitable	116,55	No aplicable
P03_E01	264,00	122,76	perfildeusuario	NoHabitable	118,46	No aplicable

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	0,85	0,84	GASNATURAL
<b>TOTALES</b>	-	17,00	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

No se han definido generadores de refrigeración en el edificio

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	133,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	0,85	0,84	GASNATURAL

#### Ventilación y Bombeo

<b>Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m3/h)</b>	-
---	---

No se ha definido instalación de ventilación y bombeo en el edificio

#### Recuperadores de calor

No se han definido recuperadores de calor en el edificio

### 5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

#### Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	GASNATURAL	CAL	24787
SIS1_EQ2_EQ_Caldera-Convencional-Defecto	GASNATURAL	ACS	3657

#### Producciones

<b>Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)</b>	0
--	---

No se ha definido instalación de producción en el edificio

### 6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA

Vector energético	Origen (Red / In situ)	Fp_ren	Fp_nren	Femisiones
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
<b>TOTALES</b>		-	-	-

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda TFG		
Dirección	-		
Municipio	Badajoz	Código Postal	-
Provincia	Badajoz	Comunidad Autónoma	Extremadura
Zona climática	C3	Año construcción	Anterior a 1900
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2019		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

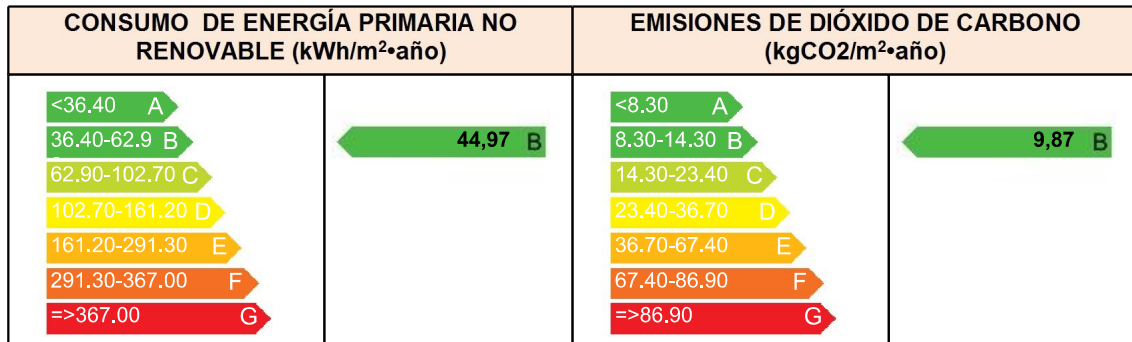
### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Unifamiliar</li> <li><input type="checkbox"/> Bloque</li> <li><input type="checkbox"/> Bloque completo</li> <li><input type="checkbox"/> Vivienda individual</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Edificio completo</li> <li><input type="checkbox"/> Local</li> </ul>

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Carlos J. Romero Monrabal	NIF/NIE	-
Razón social	-	NIF	24399540J
Domicilio	-----		
Municipio	- Seleccione de la lista -	Código Postal	-
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2.0.2237.1162, de fecha 29-jul-2021		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha 02/09/2021

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 Organismo Territorial Competente:

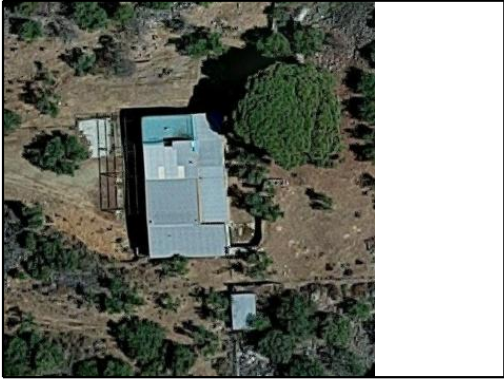

# ANEXO I

## 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

<b>Superficie habitable (m<sup>2</sup>)</b>	479,00
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Modo de obtención
P01_E01_PE001	Fachada	15,00	0,36	Usuario
P01_E01_PE002	Fachada	21,00	0,36	Usuario
P01_E01_FTER001	Suelo	49,00	0,62	Usuario
P01_E02_PE003	Fachada	21,00	0,36	Usuario
P01_E02_PE004	Fachada	15,00	0,36	Usuario
P01_E02_FTER002	Suelo	35,00	0,62	Usuario
P01_E03_PE001	Fachada	41,00	0,36	Usuario
P01_E03_PE002	Fachada	35,00	0,36	Usuario
P01_E03_PE003	Fachada	43,00	0,36	Usuario
P01_E03_FTER003	Suelo	180,00	0,50	Usuario
P02_E01_PE001	Fachada	19,00	0,36	Usuario
P02_E01_PE002	Fachada	21,00	0,36	Usuario
P02_E02_PE003	Fachada	20,00	0,36	Usuario
P02_E02_PE004	Fachada	15,00	0,36	Usuario
P02_E03_PE001	Fachada	23,50	0,36	Usuario
P02_E03_PE002	Fachada	21,00	2,72	Usuario
P02_E04_PE003	Fachada	23,50	0,36	Usuario
P02_E04_PE001	Fachada	15,00	2,72	Usuario
P02_E05_PE001	Fachada	17,50	0,36	Usuario
P02_E05_PE002	Fachada	19,50	0,36	Usuario
P02_E05_PE003	Fachada	35,00	0,36	Usuario
P03_E01_ME001	Fachada	7,50	0,36	Usuario
P03_E01_ME002	Fachada	3,50	0,36	Usuario
P03_E01_ME003	Fachada	3,50	0,36	Usuario
P03_E01_ME004	Fachada	7,50	0,36	Usuario
P03_E01C003	Cubierta	84,85	0,27	Usuario

P03_E01C006	Cubierta	180,00	0,27	Usuario
-------------	----------	--------	------	---------

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (W/m <sup>2</sup> K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Puerta principal	Hueco	8,00	2,20	0,06	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	5,00	2,53	0,70	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	2,00	2,53	0,70	Usuario	Usuario
Ventana tipo	Hueco	8,00	2,53	0,70	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	81,00	BiomasaOtros	Usuario
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	95,00	GasNatural	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>17,00</b>			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	252,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>0,00</b>			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)</b>	120,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	81,00	BiomasaOtros	Usuario

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

## 6. ENERGÍAS RENOVABLES

### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,0	0,0	0,0	0,0
Caldera de biomasa	63,60	0,00	100,00	100,00
<b>TOTALES</b>	<b>63,60</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	5185,00
<b>TOTALES</b>	<b>5185</b>



# ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

## 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
<p style="text-align: center;"><b>9,87 B</b></p>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	B	<i>Emisiones ACS (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	A
	9,76		0,11	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)<sup>1</sup></i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	-
	0,00		-	

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

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	0,00	0,00
<i>Emisiones CO2 por combustibles fósiles</i>	9,87	4722,94

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
<p style="text-align: center;"><b>44,97 B</b></p>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	B	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	A
	44,76		0,20	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m<sup>2</sup>año)<sup>1</sup></i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	-
	0,00		0,00	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<p style="text-align: center;"><b>41,55 C</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>7,47 A</b></p>

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

## ANEXO III

# RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> •año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;36.40 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.40-62.9 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">62.90-102.70 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">102.70-161.20 D</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">161.20-291.30 E</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">291.30-367.00 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;367.00 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;8.30 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">8.30-14.30 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">14.30-23.40 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">23.40-36.70 D</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.70-67.40 E</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">67.40-86.90 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;86.90 G</div> </div>

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;19.70 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">19.70-32.0 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">32.00-49.50 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">49.50-76.20 D</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">76.20-125.70 E</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">125.70-147.00 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;147.00 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;">&lt;10.00 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">10.00-14.3 B</div> <div style="background-color: #a6c93a; color: white; padding: 2px; text-align: center;">14.30-20.40 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">20.40-29.70 D</div> <div style="background-color: #fd7e14; color: white; padding: 2px; text-align: center;">29.70-36.70 E</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.70-45.10 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=&gt;45.10 G</div> </div>

### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Consumo Energía final (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)										
Demanda (kWh/m <sup>2</sup> •año)					(Celdas de demanda de ACS, Iluminación y Total ocultas)					

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

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

# ANEXO IV

## PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	26/07/21
--	----------

# VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0, HE1, HE4 y HE5 DB-HE 2019

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda TFG		
Dirección	-		
Municipio	Badajoz	Código Postal	-
Provincia	Badajoz	Comunidad Autónoma	Extremadura
Zona climática	C3	Año construcción	Anterior a 1900

### Uso final del edificio o parte del edificio:



- Residencial privado (vivienda)       Otros usos (terciario)

### Tipo y nivel de intervención

- Nuevo                                       Ampliación  
 Cambio de uso  
 Reforma:
   
 > 25% envolvente + Clima + ACS       > 25% envolvente + Clima       > 25% envolvente + ACS       > 25% envolvente  
 < 25% envolvente + Clima + ACS       < 25% envolvente + Clima       < 25% envolvente + ACS       < 25% envolvente

## SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	479,00
--	--------

Imagen del edificio	Plano de la situación
	

## DATOS DEL/DE LA TÉCNICO/A:

Nombre y Apellidos	Carlos J, Romero Monrabal	NIF/NIE	-
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	- - - - -		
Municipio	- Seleccione de la lista -	Código Postal	-
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	-	Teléfono	(null)
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 2,0.2237.1162 de fecha 29-jul-2021		

\* Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 3.1 y 3.2 de la sección DB-HE0 y de los apartados 3.1.1.3, 3.1.1.4, 3.1.2 y 3.1.3.3 de la sección DB-HE1, del apartado 3.1 de la sección HE4 y del apartado 3.1 de la sección HE5. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben así mismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE.

## INDICADORES Y PARÁMETROS DEL CTE DB-HE

### HE0 Consumo de energía primaria

<b>C<sub>ep,nren</sub></b>	45,00	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>C<sub>ep,nren,lim</sub></b>	65,00	kWh/m <sup>2</sup> año	Sí cumple
<b>C<sub>ep,tot</sub></b>	80,30	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>C<sub>ep,tot,lim</sub></b>	90,00	kWh/m <sup>2</sup> año	Sí cumple
<b>% horas fuera consigna</b>	0,00	%	<b>% horas fuera consigna<sup>lim</sup></b>	4,00	%	Sí cumple

**A<sub>útil</sub>** 479,00 m<sup>2</sup> **C<sub>FI</sub>** 4,812 W/m<sup>2</sup>

C <sub>ep,nr</sub>	Consumo de energía primaria no renovable del edificio
C <sub>ep,nren,lim</sub>	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 3.1 de la sección HE0
C <sub>ep,tot</sub>	Consumo de energía primaria total del edificio
C <sub>ep,tot,lim</sub>	Valor límite para el consumo de energía primaria total según el apartado 3.2 de la sección HE0
A <sub>útil</sub>	Superficie útil considerada para el cálculo de los indicadores de consumo (espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica)
C <sub>FI</sub>	Carga interna media

### HE1 Condiciones para el control de la demanda energética

<b>K</b>	0,72	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>K<sub>lim</sub></b>	0,75	kWh/m <sup>2</sup> año	Sí cumple
<b>q<sub>sol,jul</sub></b>	1,12	kWh/m <sup>2</sup> año	<b>q<sub>sol,jul,lim</sub></b>	2,00	kWh/m <sup>2</sup> año	Sí cumple
<b>n<sub>50</sub></b>	5,54	1/h	<b>n<sub>50,lim</sub></b>	-	1/h	No aplica

**V/A** 1,86 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
**V** 1848,00 m<sup>3</sup> **V<sub>inf</sub>** 861,40 m<sup>3</sup>  
**D<sub>cal</sub>** 41,55 kWh/m<sup>2</sup> año **D<sub>ref</sub>** 7,47 kWh/m<sup>2</sup> año

K	Coefficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica
K <sub>lim</sub>	Valor límite para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica según el apartado 3.1.1 de la sec. HE1
q <sub>sol,jul</sub>	Control solar de la envolvente térmica del edificio
q <sub>sol,jul,lim</sub>	Valor límite para el control solar de la envolvente térmica según el apartado 3.1.2 de la sección HE1
n <sub>50</sub>	Relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa
n <sub>50,lim</sub>	Valor límite para la relación de cambio de aire con una presión diferencial de 50Pa según el apartado 3.1.3 de la sección HE1
V/A	Compacidad o relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica del edificio y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente.
V	Volumen interior de la envolvente térmica
V <sub>inf</sub>	Volumen de los espacios interiores a la envolvente térmica para el cálculo de las infiltraciones
D <sub>cal</sub>	Demanda de calefacción
D <sub>ref</sub>	Demanda de refrigeración

### HE4 Contribución mínima de energías renovables para cubrir la demanda de ACS

<b>RER<sub>ACS;nrb</sub></b>	96,70	%	<b>RER<sub>ACS;nrb min</sub></b>	60,00	%	Sí cumple
------------------------------	-------	---	----------------------------------	-------	---	-----------

**Demanda ACS (\*)** 120,00 l/d

RER <sub>ACS;nrb</sub>	Contribución de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS
RER <sub>ACS;nrb min</sub>	Contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables para el servicio de ACS (**)

(\*) Contabilizada a la temperatura de referencia de 60°C

(\*\*) Esta comprobación puede no ser de aplicación en ampliaciones y reformas de edificios existentes con una demanda inicial de ACS de hasta 5000 l/día en los que se incremente dicha demanda en menos del 50%

### HE5 Generación mínima de energía eléctrica

HE5 no fija requisitos para edificio residencial privado

El/la técnico/a abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la evaluación energética del edificio o de la parte que se evalúa 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: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Firma del/de la técnico/a certificador/a:

# 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. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia (U) (W/m <sup>2</sup> K)
P03_E01C003	Cubierta	N	84,85	0,27
P03_E01C006	Cubierta	S	180,00	0,27
P01_E02_PE003	Fachada	E	21,00	0,36
P01_E03_PE003	Fachada	E	43,00	0,36
P02_E02_PE003	Fachada	E	20,00	0,36
P02_E04_PE003	Fachada	E	23,50	0,36
P02_E05_PE002	Fachada	E	19,50	0,36
P03_E01_ME003	Fachada	E	3,50	0,36
P03_E01_ME004	Fachada	E	7,50	0,36
P01_E01_PE002	Fachada	N	21,00	0,36
P01_E02_PE004	Fachada	N	15,00	0,36
P02_E01_PE002	Fachada	N	21,00	0,36
P02_E02_PE004	Fachada	N	15,00	0,36
P01_E01_PE001	Fachada	O	15,00	0,36
P01_E03_PE001	Fachada	O	41,00	0,36
P02_E01_PE001	Fachada	O	19,00	0,36
P02_E03_PE001	Fachada	O	23,50	0,36
P02_E05_PE001	Fachada	O	17,50	0,36
P03_E01_ME001	Fachada	O	7,50	0,36
P03_E01_ME002	Fachada	O	3,50	0,36
P01_E03_PE002	Fachada	S	35,00	0,36
P02_E05_PE003	Fachada	S	35,00	0,36
P02_E03_PE002	Fachada	S	21,00	2,72
P02_E04_PE001	Fachada	S	15,00	2,72
P01_E03_FTER003	Suelo	H	180,00	0,50
P01_E01_FTER001	Suelo	H	49,00	0,62
P01_E02_FTER002	Suelo	H	35,00	0,62

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m <sup>2</sup> )	U <sub>H</sub> (W/m <sup>2</sup> ·K)	g <sub>gl;wi</sub> (-)	g <sub>gl;sh;wi</sub> (-)	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
P01_E03_PE003_V_1	Hueco	E	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00

P02_E02_PE003_V	Hueco	E	1,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P02_E04_PE003_V	Hueco	E	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P01_E01_PE001_V	Hueco	O	6,00	2,20	0,75	1,00	60,00
P01_E03_PE001_V_1	Hueco	O	2,00	2,20	0,75	1,00	60,00
P01_E03_PE001_V	Hueco	O	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P02_E01_PE001_V	Hueco	O	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P02_E03_PE001_V	Hueco	O	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P02_E05_PE001_V	Hueco	O	2,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P01_E03_PE002_V_1	Hueco	S	1,00	2,53	0,70	0,63	50,00
P02_E05_PE003_V_1	Hueco	S	1,00	2,53	0,70	0,63	50,00

U<sub>H</sub> Transmitancia del hueco

g<sub>gl;wi</sub> Factor solar del acristalamiento

g<sub>gl;sh;wi</sub> Transmitancia total de energía solar de huecos con los dispositivos de sombra móviles activados

Orientación: N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, H

Permeabilidad: 27 (Clase 2), 9 (Clase 3), 3 (Clase 4)

### Puentes térmicos

Nombre	Tipo	Transmitancia (U) (W/m·K)	Longitud (m)	Sistema dimensional
-	FRENTE_FORJADO	0,700	124,00	SDINT
-	UNION_CUBIERTA	0,960	56,21	SDINT
-	ESQUINA_CONVEXA_CERRAMIENTO	0,000	24,00	SDINT
-	UNION_SOLERA_PAREDEXT	0,490	64,00	SDINT
-	HUECO_VENTANA	0,589	64,00	SDINT

## 2. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

### Espacios habitables

Tiempo de ocupación (h/año)	8760
Intensidad de las cargas internas (C <sub>FI</sub> ) (W/m <sup>2</sup> )	4,812

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Perfil de uso	Nivel de acondicionamiento	Nivel de ventilación de cálculo (m <sup>3</sup> /h)	Condiciones operacionales
P01_E02	35,00	86,28	RES-24-B	ACOND	83,25	17/20-25/27
P01_E03	180,00	443,70	RES-24-B	ACOND	428,16	17/20-25/27
P02_E01	49,00	120,79	RES-24-B	ACOND	116,55	17/20-25/27
P02_E02	35,00	86,28	RES-24-B	ACOND	83,25	17/20-25/27
P02_E03	59,50	146,67	RES-24-B	ACOND	141,53	17/20-25/27
P02_E04	42,50	104,76	RES-24-B	ACOND	101,09	17/20-25/27
P02_E05	78,00	192,27	RES-24-B	ACOND	185,54	17/20-25/27

### Espacios no habitables pertenecientes a la envolvente térmica

Espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Perfil de uso	Nivel de acondicionamiento	Nivel de ventilación de cálculo (m <sup>3</sup> /h)	Condiciones operacionales
P01_E01	49,00	120,79	perfildeusuario	NoHabitable	116,55	No aplicable
P03_E01	264,00	122,76	perfildeusuario	NoHabitable	118,46	No aplicable

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	1,00	0,81	BIOMASA
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	0,95	0,95	GASNATURAL
<b>TOTALES</b>	-	17,00	-	-	-

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (EER)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SISTEMA_SUSTITUCION-Ficticio	Sistema de rendimiento estacional constante	-	2,52	2,52	ELECTRICIDAD
<b>TOTALES</b>	-	-	-	-	-

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	120,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento nominal (COP)	Rendimiento medio estacional	Vector energético
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	17,00	1,00	0,81	BIOMASA

#### Ventilación y Bombeo

<b>Caudal medio de ventilación en el interior de la envolvente térmica (m3/h)</b>	-
---	---

No se ha definido instalación de ventilación y bombeo en el edificio

#### Recuperadores de calor

No se han definido recuperadores de calor en el edificio

### 5. CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FINAL

#### Consumos

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Consumo (kWh/año)
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	BIOMASA	CAL	12552
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	BIOMASA	ACS	2832
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ1-Ficticio	GASNATURAL	CAL	1933
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ1-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	64
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ2-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	369
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ3-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	154
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ4-Ficticio	GASNATURAL	CAL	1498
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ4-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	111
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ5-Ficticio	GASNATURAL	CAL	3755
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ5-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	267
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ6-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	216
SISTEMA_SUSTITUCION_EQ7-Ficticio	ELECTRICIDAD	REF	239
SISTEMA_SUSTITUCION_GENERAL_CAL-Ficticio	GASNATURAL	CAL	10475



**Producciones**

Potencia de generación eléctrica renovable instalada (kW)	15
---	----

Nombre equipo	Vector energético	Servicio técnico	Producción (kWh/año)
Fotovoltaica insitu	ELECTRICIDAD	-	5185

**6. FACTORES DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA FINAL A PRIMARIA**

Vector energético	Origen (Red / In situ)	Fp_ren	Fp_nren	Femisiones
BIOMASA	RED	1,003	0,034	0,018
ELECTRICIDAD	RED	0,414	1,954	0,331
ELECTRICIDAD	INSITU	1,000	0,000	0,000
GASNATURAL	RED	0,005	1,190	0,252
<b>TOTALES</b>		-	-	-

# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

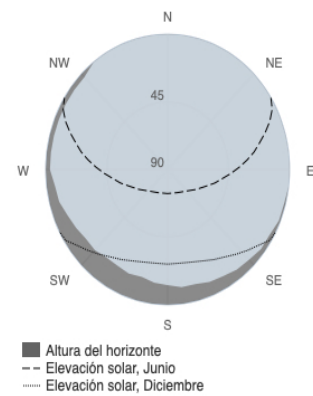
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.725, -5.530  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 14.74 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

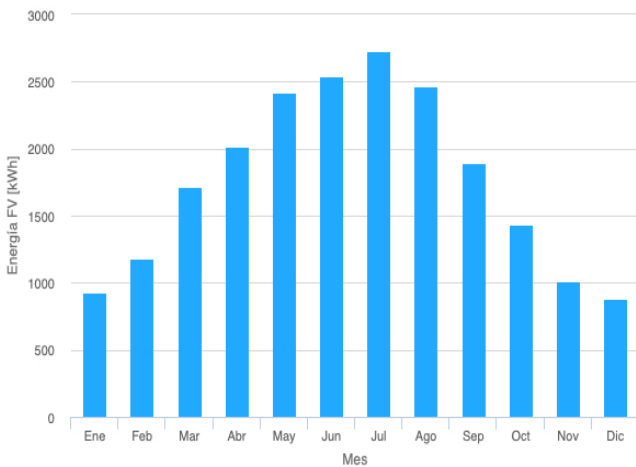
## Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 4 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 21223.52 kWh  
 Irradiación anual: 1867.12 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 480.02 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -3.29 %  
 Efectos espectrales: 0.41 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.66 %  
 Pérdidas totales: -22.88 %

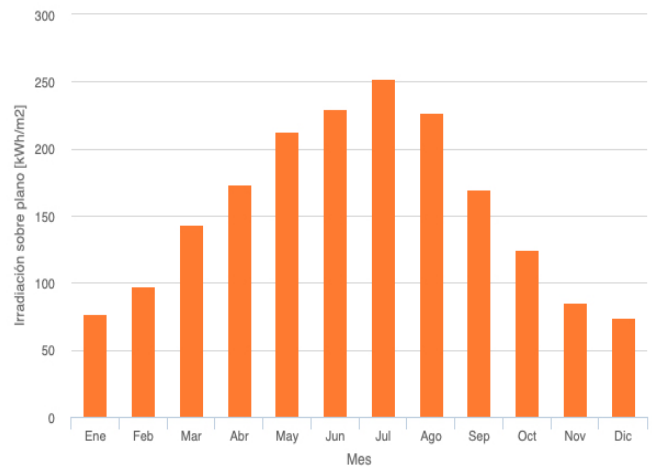
## Perfil del horizonte:



## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	929.2	77.3	167.2
Febrero	1182.7	97.8	185.1
Marzo	1715.4	143.4	205.5
Abril	2017.2	173.3	138.1
Mayo	2419.3	212.8	205.1
Junio	2539.2	229.8	104.9
Julio	2728.3	252.3	63.9
Agosto	2467.9	226.9	63.1
Septiembre	1894.8	169.4	115.8
Octubre	1436.0	124.6	123.1
Noviembre	1012.1	85.2	132.7
Diciembre	881.4	74.1	100.0

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

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

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

# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

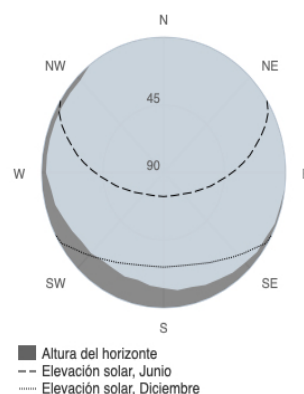
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.725, -5.530  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 1 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

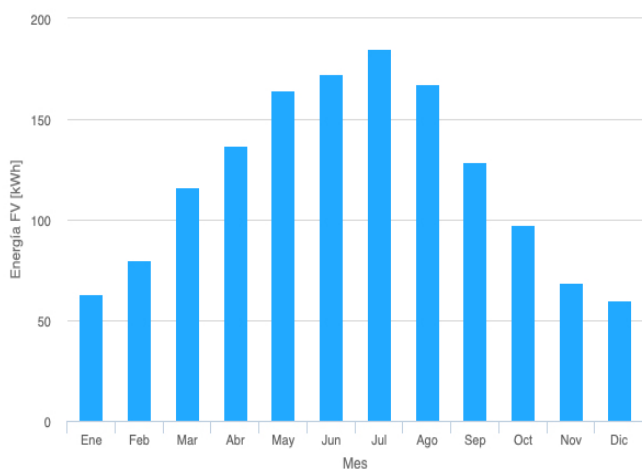
## Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 4 °  
 Ángulo de azimut: 0 °  
 Producción anual FV: 1439.86 kWh  
 Irradiación anual: 1867.12 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 32.57 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -3.29 %  
 Efectos espectrales: 0.41 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.66 %  
 Pérdidas totales: -22.88 %

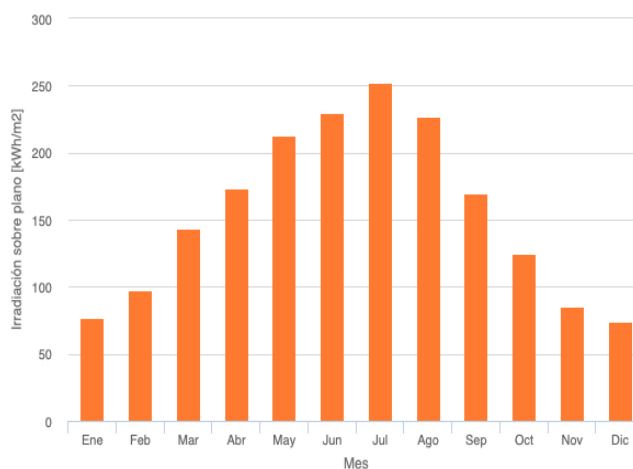
## Perfil del horizonte:



## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	63.0	77.3	11.3
Febrero	80.2	97.8	12.6
Marzo	116.4	143.4	13.9
Abril	136.8	173.3	9.4
Mayo	164.1	212.8	13.9
Junio	172.3	229.8	7.1
Julio	185.1	252.3	4.3
Agosto	167.4	226.9	4.3
Septiembre	128.6	169.4	7.9
Octubre	97.4	124.6	8.3
Noviembre	68.7	85.2	9.0
Diciembre	59.8	74.1	6.8

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema dado [kWh].

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

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

# POLICHARGER PRO-SC3F

La gama Policharger PRO, tiene como principal característica, la ventaja de poder albergar en su interior las protecciones que de otra manera habría que incorporar en un cuadro aparte.

Los Policharger PRO mantienen todas las características de las gamas anteriores, como regulación de la potencia de carga de amperio en amperio, regulación dinámica de potencia de carga, temporización de hora de inicio y parada de carga, etc. Todo ello en un robusto equipo con IP65 e IK10 que permite añadir también una base schuco auxiliar, llave de bloqueo, contador MID, etc.

Dispone en su interior de un amplio espacio que permite albergar las protecciones, pudiendo adquirirse sin protecciones, o elegir las protecciones que irán ya montadas.

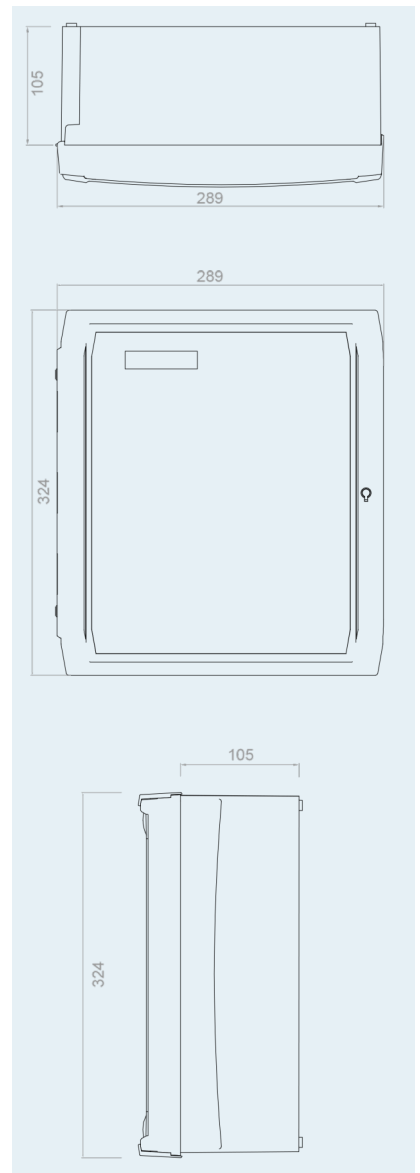


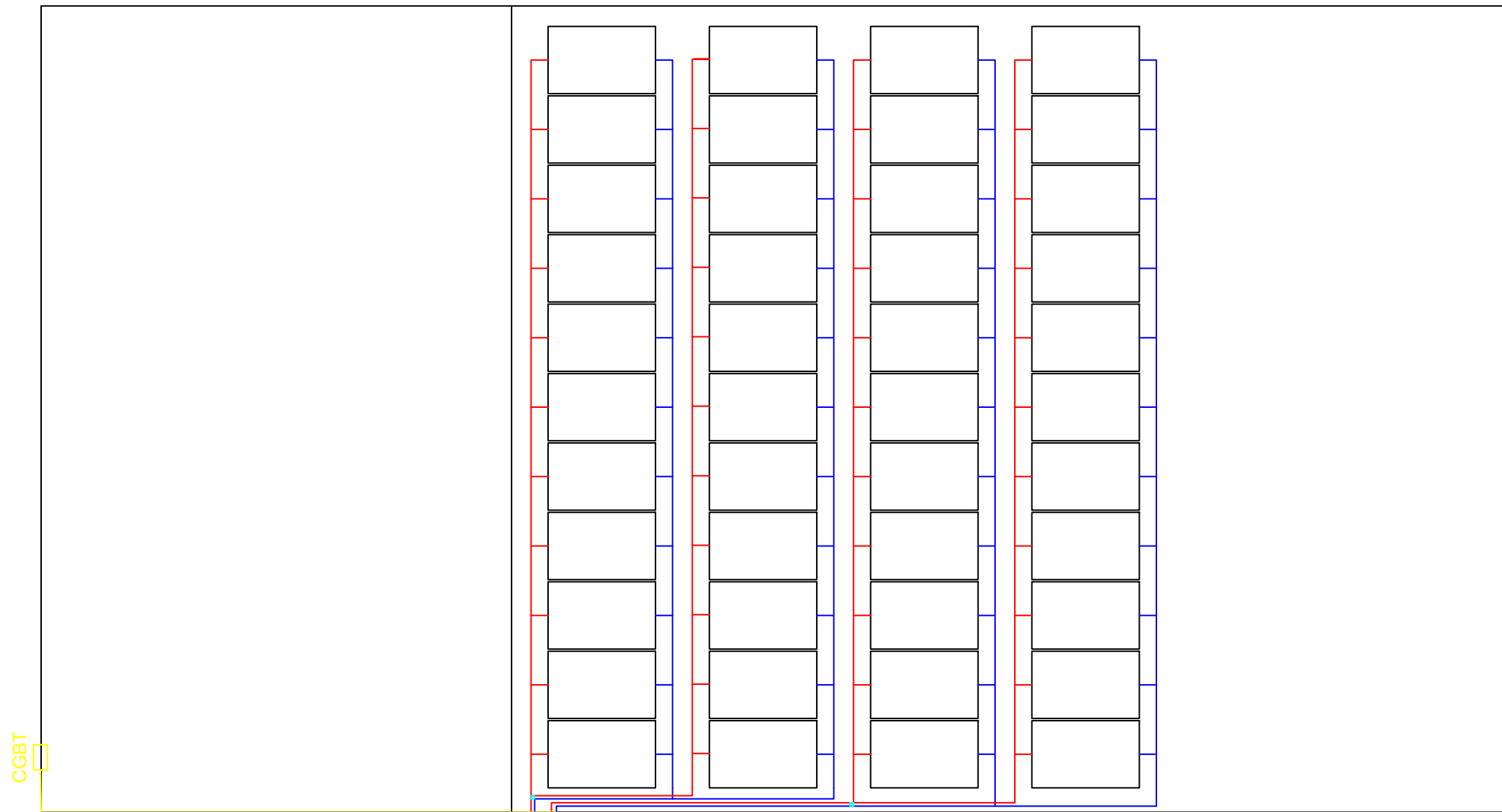
## Especificaciones generales

Modelo	Policharger PRO-SC3F
Tipo de conector	Base Tipo 2 (IEC 62196)
Dimensiones exteriores	324x289x145 mm
Modo de carga	Modo 3
Longitud del cable	--
Peso total	6 kg
Temperatura de funcionamiento	De -20 °C a 40 °C
Grado de protección	IP54 / IK10
Sección de manguera	--
Directivas de referencia	2014/35/EU, IEC61851-1, IEC61851-22, IEC62196-1
Marcado	CE

## Especificaciones eléctricas

Potencia máxima	22 kW (3P)
Corriente máxima	32 A
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Voltaje de entrada	400 V AC ± 10 %, 3P+N+PE
Corriente de carga	configurable de 6 A a 32 A
Consumo en stand-by	< 3 W





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA DE LA ENERGIA



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIERÍA  
INDUSTRIAL  
VALENCIA

Proyecto: Proyecto de rehabilitación de una vivienda unifamiliar para convertirla en sostenible energéticamente

Plano: Distribución fotovoltaica y conexionado

Autor: Carlos J. Romero Monrabal

Fecha: Septiembre 2021

Escala: 1:200

Nº Plano: 1