



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

Alumno: Sara Medina Vergel

Director: Esteban Domínguez Gonzalez-Seco

SEPTIEMBRE 2022

TÍTULO: MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

AUTOR: SARA MEDINA

DIRECTOR DEL PROYECTO: ESTEBAN DOMINGUEZ GONZALEZ-SECO

FECHA: 16 DE SEPTIEMBRE DE 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi tutor, Esteban Domínguez, por resolver todas mis dudas y por sus consejos.

A mis compañeros de este máster, en especial a Maite y Alejandro, por hacer más llevaderas todas las horas de estos fines de semana entre paredes.

A mi madre y a mi hermana, por confiar siempre en mí.

Y en especial a Fernando, por haber hecho más sencillos todos los días de estos dos años.

RESUMEN

A lo largo del presente proyecto se realizará un estudio de la eficiencia energética actual de una vivienda unifamiliar construida en 1994 y situada en el municipio de Velilla de San Antonio. Para la obtención de la certificación energética de la vivienda se utilizará la herramienta informática CE3X, propiedad del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Una vez conocida la certificación actual de la vivienda se plantearán distintas alternativas y mejoras en la instalación de climatización, suministro eléctrico y producción de ACS de manera que se consiga una vivienda más sostenible de acuerdo a las exigencias medioambientales y a los requisitos legales.

Por último, se realizará un estudio económico del cómputo de las mejoras que se pretende implementar para conseguir la mejor certificación posible.

Palabras clave: certificación, eficiencia energética, cambio climático

ABSTRACT

Throughout this project, a study of the current energy efficiency of a single-family home built in 1994 and located in the village of Velilla de San Antonio will be carried out. In addition, to obtain the Energy Performance Certificate of the home, the CE3X computer tool, owned by the Ministry of Transport, Mobility and Urban Agenda and the Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge, will be used.

Once the current certification of the home is known, different alternatives and improvements will be considered in the installation of air conditioning, electricity supply and DHW production in order to achieve a more sustainable home in accordance with environmental demands and legal requirements.

Finally, an economic study will be carried out to calculate the improvements that are intended to be implemented in order to achieve the best possible certification.

Key words: certification, energy efficiency, climatic change

CONTENIDO

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
1. Introducción y objetivos	9
1.1 Planteamiento del proyecto	9
1.2 Objetivos del proyecto	16
1.3 Estructura del proyecto	16
2. Memoria	18
2.1 Contexto actual	18
2.2 Objeto del proyecto.....	25
2.3 Decretos y normas legales a aplicar	25
2.4 Descripción de la vivienda objeto de estudio.....	28
2.4.1 Emplazamiento y situación.....	28
2.4.2 Descripción de la vivienda	29
2.4.3 Descripción de las instalaciones actuales.....	31
2.5 Análisis energético en su estado de construcción.....	33
2.5.1 Muros de fachada y solera	37
2.5.2 Carpintería exterior y vidrios	39
2.5.3 Instalaciones de la vivienda	41
2.5.4 Resultado análisis energético condiciones de diseño	42
3. Opciones de mejoras energéticas a aplicar	43
3.1 Mejora de las ventanas	43
3.2 Modificación de los cerramientos de la fachada.....	44
3.3 Modificación a caldera de condensación	45
3.4 Caldera de biomasa	47
3.5 Producción de calefacción y refrigeración con bomba de calor	49
3.6 Producción de ACS a partir de captadores solares.....	51
3.7 Combinación con Calificación E.....	54
3.8 Combinación con Calificación D	54
3.9 Combinación con Calificación A.....	55
4. Estudio y viabilidad económica	57
4.1 Presupuesto de la vivienda en su estado actual.....	57

Sara Medina

4.2	Presupuesto de la mejora escogida.....	59
4.3	Valoración técnico-económica	60
5.	Conclusiones.....	66
6.	Bibliografía.....	67
9.	Anexos	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Demanda de energía 11/08/2022 [21]	10
Ilustración 2. Demanda energía 11/08/2016 [21]	11
Ilustración 3. Demanda Energética España 11/08/2022 [21]	11
Ilustración 4. Balance de energías utilizadas en España [21]	12
Ilustración 5. Antigüedad del parque de viviendas	13
Ilustración 6. Cobertura de la demanda eléctrica peninsular [4]	19
Ilustración 7. Potencia eléctrica instalada en España [4]	21
Ilustración 8. Escala de clasificación energética Fuente:freepik	23
Ilustración 9. Modelo de etiqueta energética [20]	24
Ilustración 10. Imagen catastral de la vivienda	29
Ilustración 11. Ficha técnica equipo planta baja	32
Ilustración 12. Ficha técnica equipo planta 1	32
Ilustración 13. Anejo F CTE. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado	33
Ilustración 14. Datos administrativos de la vivienda	34
Ilustración 15. Datos generales de la vivienda	34
Ilustración 16. Orientaciones de las fachadas [20]	35
Ilustración 17. Valores límites de transmitancia térmica [3]	36
Ilustración 18. Resistencias térmicas superficiales [3]	37
Ilustración 19. Definición materiales fachada	38
Ilustración 20. Especificaciones materiales de las ventanas	39
Ilustración 21. Especificaciones puente térmico	40
Ilustración 22. Especificaciones técnicas equipo calefacción y ACS	41
Ilustración 23. Calificación energética en estado de diseño	42
Ilustración 24. Calificación con cambio de ventanas	44
Ilustración 25. Materiales de fachada tras mejora	44
Ilustración 26. Calificación con cambio de cerramientos	45
Ilustración 27. Ficha técnica caldera condensación	46
Ilustración 28. Calificación con caldera condensación	47
Ilustración 29. Ficha técnica caldera biomasa	48
Ilustración 30. Calificación con caldera de biomasa	49
Ilustración 31. Ficha técnica bomba de calor	50
Ilustración 32. Calificación con bomba de calor	51
Ilustración 33. Esquema de principio del captador solar	52
Ilustración 34. Ficha técnica colector solar	53
Ilustración 35. Calificación con captadores y bomba de calor	53
Ilustración 36. Calificación Tipo E	54
Ilustración 37. Calificación D	55
Ilustración 38. Calificación tipo A	56
Ilustración 39. Precios del Gas en España Abril-Junio 22 fuente:preciogas.com	58
Ilustración 40. Valores anuales del VAN	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medidas superficie planta baja	30
Tabla 2. Medidas superficie planta primera	31
Tabla 3. Coste anual de gas	58
Tabla 4. Presupuesto de la mejora a implantar.....	60
Tabla 5. Datos generales de los pellets	61
Tabla 6. Consumos anuales tras la mejora	61
Tabla 7. Valores de ingreso actualizados.....	62
Tabla 8. Valores actualizados del flujo de caja	63
Tabla 9. Resumen de la rentabilidad	65

1. Introducción y objetivos

1.1 Planteamiento del proyecto

Desde el descubrimiento del fuego, el ser humano ha necesitado usar la energía de su entorno para su beneficio propio y mejora de su calidad de vida, ya fuese para cocinar la carne de la caza del día o para calentarse con una hoguera en una fría noche. Estos descubrimientos fueron mejorando la calidad de vida del ser humano y promoviendo necesidades en torno a la alimentación, transporte y bienestar que sólo pueden satisfacerse a través de la energía.

En primera instancia, dicha energía procedía principalmente de restos de animales o fuentes de energía renovable, pero a partir de la revolución industrial se comenzaron a utilizar combustibles fósiles. Esta evolución derivó en un aumento del CO₂ presente en la atmósfera, lo que provocó un incremento sostenido de las temperaturas del planeta y el deterioro en la capa de ozono.

Pero no se trata exclusivamente de un problema ecológico, sino que también genera impacto a nivel económico. Esto se debe a que, a medida que se van agotando los combustibles fósiles aumenta su precio de mercado y, en consecuencia, los desacuerdos políticos y comerciales entre los países.

En pleno siglo XXI, el principal objetivo medioambiental que debemos cumplir como sociedad consiste en frenar el avance del cambio climático a través de la reducción del uso de combustibles fósiles y potenciando la utilización de energías renovables. Poniendo en marcha medidas en este sentido, se podrá conseguir una importante disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.

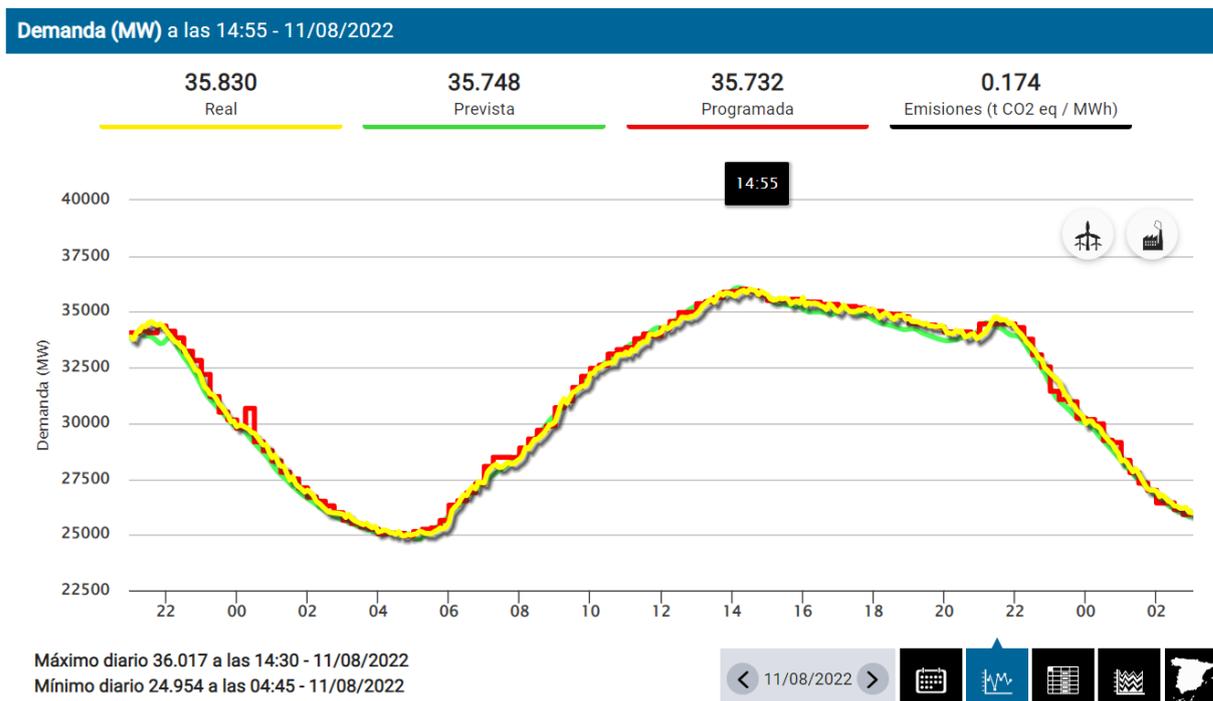


Ilustración 1. Demanda de energía 11/08/2022 [21]

A continuación, se va a profundizar en la demanda energética, presentándose para ello una comparativa de la demanda energética diaria que aporta Red Eléctrica de España y sobre la cual informa periódicamente la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

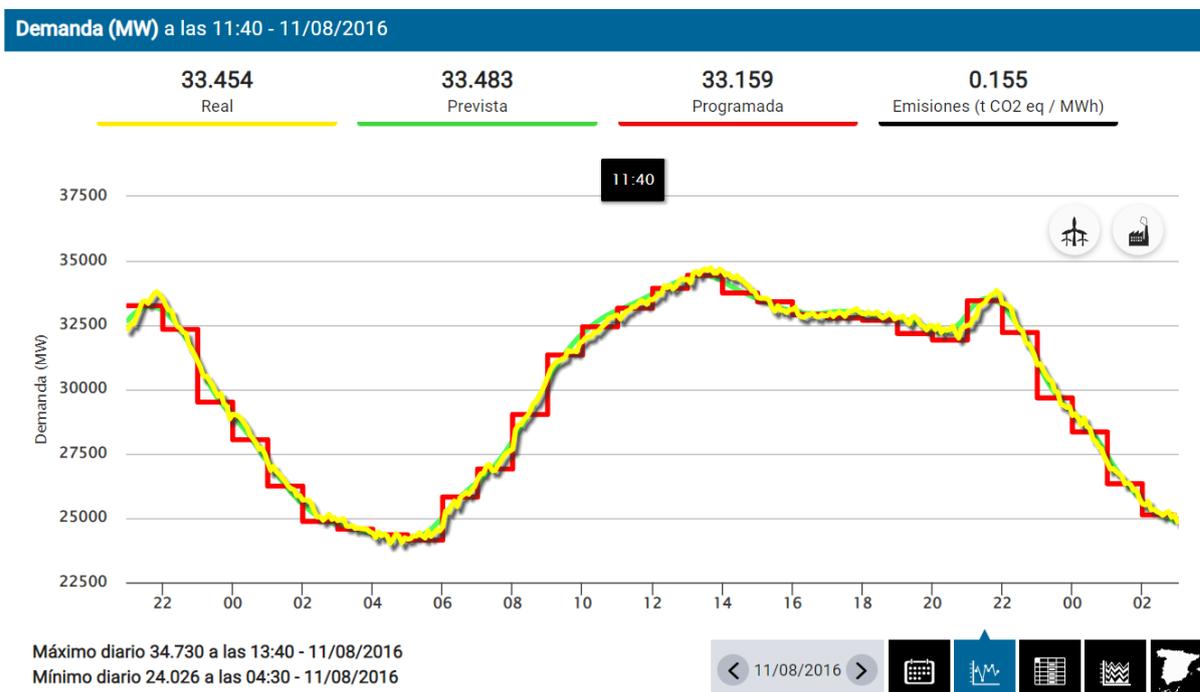


Ilustración 2. Demanda energía 11/08/2016 [21]

Como se aprecia en la Ilustración 3 y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, si se compara el mismo día (11 de agosto) de los años 2022 y 2016 encontramos una diferencia en el máximo de demanda diaria de 1.287MW, lo cual supone un incremento importante si se tiene en cuenta que se plantea una diferencia de solamente seis años.

En este sentido, debido a que actualmente formamos parte de una sociedad en constante cambio y crecimiento, parece imposible limitar el aumento de la demanda energética. No obstante, es posible aumentar el uso de su generación a través de fuentes renovables consiguiendo así implantar un sistema eléctrico más sostenible. El problema es que las principales fuentes de energía actuales que se emplean en España provienen principalmente de recursos fósiles. Como se puede apreciar en la Ilustración 4 solamente el 32% del total de la demanda de energía diaria se completa con energías de origen renovable.

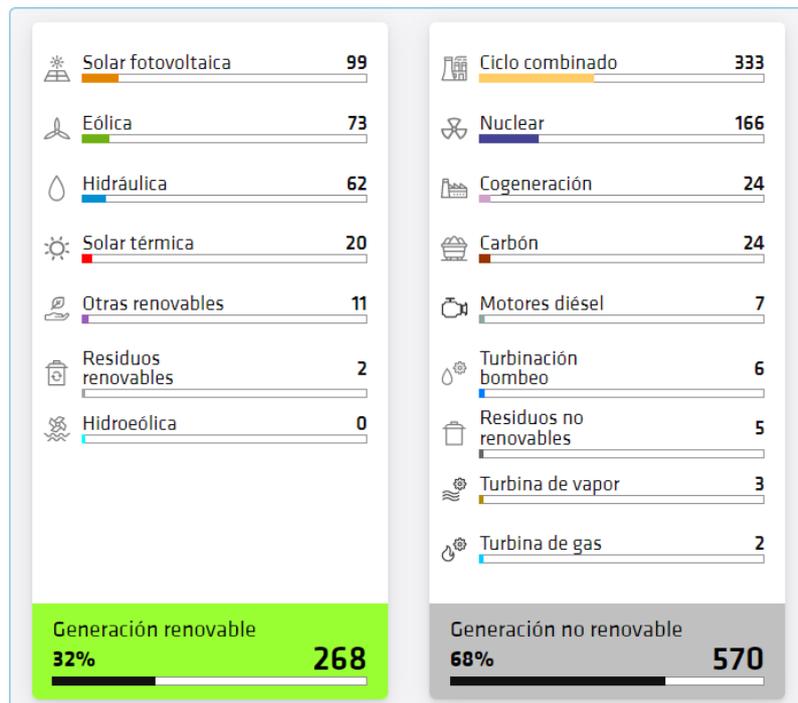


Ilustración 4. Balance de energías utilizadas en España [21]

Los sectores de la construcción, la industria y el transporte son los que generan un mayor volumen de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto se debe en especial a que de los más de 25 millones de viviendas que están construidas en España, el 51.2% tiene más de 40 años, cuando no existía ninguna normativa que estableciese condiciones térmicas en los edificios. Por ello, sus especificaciones de diseño no cumplen con los valores mínimos actuales fijados en el Código Técnico de la Edificación [1]

CCAA	Total Viviendas	Año construcción < 40 años	Año construcción >= 40 años
España	25.250.049	48,7%	51,3%
Andalucía	4.402.056	55,8%	44,2%
Aragón	786.449	43,8%	56,2%
Asturias	602.184	44,5%	55,5%
Baleares	572.778	46,9%	53,1%
Canarias	989.145	58,1%	41,9%
Cantabria	362.655	53,9%	46,1%
Castilla y León	1.732.101	45,7%	54,3%
Castilla-La Mancha	1.280.585	54,8%	45,2%
Cataluña	3.775.879	40,2%	59,8%
Ceuta	25.186	52,7%	47,3%
Comunitat Valenciana	3.161.692	50,9%	49,1%
Extremadura	660.377	47,6%	52,4%
Galicia	1.559.594	51,2%	48,8%
La Rioja	201.680	52,2%	47,8%
Madrid	2.921.912	45,1%	54,9%
Melilla	27.984	67,0%	33,0%
Murcia	790.221	59,0%	41,0%
Navarra	328.994	46,0%	54,0%
País Vasco	1.068.577	36,4%	63,6%

Ilustración 5. Antigüedad del parque de viviendas

Debido a datos como los que se muestran en la Ilustración 5, uno de los objetivos a corto plazo que debe cumplirse por parte de los Estados miembros de la Unión Europea es la mejora de la eficiencia energética de las viviendas y edificios públicos llevando a cabo mejoras tanto a nivel de estructura como de instalaciones.

Actualmente, la normativa española que se ha de cumplir de cara a la mejora de la eficiencia energética en edificios se recoge dentro del Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado en el año 2006. Basándose en esta normativa, se regulan las exigencias básicas de calidad, seguridad y medioambiente que deben de cumplir los edificios, tanto su envolvente como el conjunto de las instalaciones que lo forman. El CTE está dividido en dos partes: en la primera parte se detallan las exigencias básicas y la segunda parte se compone por una serie de documentos básicos catalogados como DB. Cada uno de ellos incluye las exigencias básicas correspondientes al campo tratado, así como una relación de procedimientos para garantizar su cumplimiento. [2]:

DB SE: Seguridad Estructural

DB SI: Seguridad en caso de incendio

DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección contra el ruido

DB HE: Ahorro de energía

En el caso de este estudio se centrará en el uso de del documento básico HE de ahorro de la energía en el cual se establecen cinco apartados distintos en los cuales se detallan las exigencias básicas según el tipo de instalación [3].

- HE-0 “Limitación del consumo energético”. Esta sección se aplica tanto para edificios nuevos como para reformas de edificios existentes en los que se amplíen más de un 10% su superficie, cuando la superficie ampliada supere los 50m² o cuando se renueve el cómputo de todas las instalaciones de la vivienda y más del 25% de la envolvente térmica. Este apartado establece que la limitación del consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de la localidad en la que esté ubicada la vivienda, del uso que se le dé al edificio y del alcance de la intervención, en caso de ser edificios ya construidos.
- HE -1 “Condiciones para el control de la demanda energética”. El ámbito de aplicación es para edificios de nueva construcción y a intervenciones en edificios existentes como ampliaciones, cambios de uso y reformas.

Este apartado establece las características de envolvente térmica de los edificios y las particiones interiores para controlar la demanda energética de tal manera que se limiten las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico diferenciando entre los meses de verano e invierno, del uso del edificio y del alcance de la intervención en caso de ser edificios ya construidos.

- HE-2 “Condiciones de las instalaciones Térmicas” establece las condiciones de construcción y diseño que deben de cumplir las instalaciones destinadas a mantener el bienestar del edificio entre las cuales están las instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria con el objetivo de conseguir un consumo lógico de energía.
- HE-3 “Condiciones de las instalaciones de iluminación”. Se aplica para instalaciones de iluminación interior tanto en edificios nuevos como en existentes que configuren una gran parte de la instalación de iluminación o modifiquen la actividad a realizar en el edificio. En este apartado se recogen las especificaciones mínimas de iluminación que han de cumplir los edificios para ser adecuadas a los usuarios y a la vez energéticamente eficientes.
- HE-4 “Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria”. Establece las condiciones de demanda de

ACS y de calentamiento de agua para la climatización de piscinas cubiertas de tal manera que se empleen energías procedentes de fuentes renovables o de procesos de cogeneración renovable.

Las condiciones en las que se tendrá en cuenta este apartado son las siguientes:

- Edificio de nueva construcción con demanda de ACS superior a 100 litros/diarios
 - Edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo con el Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.
 - Edificios con ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
 - Realización de climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas
- HE-5 “Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables”. Establece que ciertos edificios han de disponer de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables. Los edificios que se verán obligados serán:
 - Edificios de nueva construcción cuando se superen los 1.000 m² construidos
 - Ampliaciones de edificios ya construidos cuando se incremente en más de 1.000m²
 - Edificios existentes que se reformen íntegramente o se produzca un cambio de uso de este cuando se superen los 1.000 m²

Conocidas las especificaciones técnicas por las que se rigen las construcciones de nuevos edificios y las reformas integrales de edificios que ya han sido construidos, se plantea la norma de calificación energética cuyo objetivo primordial es la reducción de la demanda energética de dichas construcciones, tanto a nivel de calefacción como de refrigeración, y la disminución de las emisiones de CO₂ al ambiente mejorando las instalaciones de climatización, entre las que se encuentran la calefacción, la refrigeración y la ventilación en caso de ser edificios públicos.

1.2 Objetivos del proyecto

El objetivo general de este proyecto consiste en realizar un análisis energético de una vivienda unifamiliar de cara a comprender en qué medida, mediante la puesta en marcha de cambios a pequeña escala, es posible conseguir una reducción sustancial del consumo energético de la vivienda, y en consecuencia una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a dicho consumo.

Para ello, se tendrá en cuenta el cumplimiento de los requisitos definidos en el apartado DB HE del Código Técnico de la Edificación, tanto en lo relativo a las modificaciones de la envolvente como de los cambios en las instalaciones de climatización. Este estudio ayudará a comprender las mejoras que se han realizado en torno a la eficiencia energética gracias a la regulación y a la actualización constante de la normativa sobre la materia.

Así mismo, se realizará un estudio de viabilidad económica para conocer el alcance presupuestario de los cambios propuestos, buscando en todo caso obtener el mayor ahorro económico tanto a medio como a largo plazo. Del mismo modo, se estudiará la viabilidad de la inversión necesaria para llevar a cabo reforma considerando una vida útil del proyecto de veinte años

1.3 Estructura del proyecto

El proyecto contará con los siguientes puntos principales:

- **Memoria**

En este apartado se realizará una descripción más extensa del propio estudio comenzando con una visión del estado energético europeo y español para conocer la importancia de la inversión en eficiencia energética.

Se continuará exponiendo las condiciones iniciales de la vivienda especificando tanto su envolvente como sus instalaciones de climatización para poder conocer su certificación energética principal.

- **Opciones de mejoras energéticas a aplicar**

Una vez conocidas las emisiones y las demandas de calefacción de la vivienda, se procederá a exponer una serie de mejoras a aplicar que serán, después, combinadas entre sí para obtener la mejor calificación posible.

- **Presupuesto económico**

Una vez se evaluadas y establecidas las mejoras finales que se aplicarán en la vivienda objeto de estudio, se realizará un presupuesto de todos los materiales y equipos a utilizar, así como la mano de obra. Seguidamente, tras haber estimado el presupuesto, se llevará a cabo un estudio de viabilidad económica.

- **Conclusiones**

Contendrá un breve resumen con las impresiones y lecciones que se pueden extraer tras el proceso de elaboración del estudio.

2. Memoria

2.1 Contexto actual

Con carácter previo a la realización del estudio, resulta fundamental conocer las causas de fondo que están motivando un incremento de las inversiones en materia de rehabilitación de edificios para la mejora de la eficiencia energética y en un mayor uso de fuentes de energía renovable.

Los combustibles fósiles (carbón, crudo y gas natural) son, actualmente, la fuente de energía primaria más utilizada a nivel mundial. Tomando datos de España, según el informe anual de Red Eléctrica de España, en el año 2021 los combustibles fósiles constituyen un 51,6% de la energía eléctrica generada, lo que supone que las fuentes de energía renovable produjeron el 48,4% de la demanda de energía eléctrica anual. Aunque supone el mayor porcentaje de fuentes renovables registrado hasta la fecha, se sigue dependiendo enormemente de combustibles fósiles. [4]

En cuanto a la cobertura de la demanda por fuentes de origen renovable, se destaca que en el año 2021 la energía eólica se ha situado en primer lugar con una aportación del 23,9% aumentando en 1,7 puntos respecto al porcentaje de generación en el año 2020. Cabe destacar también el porcentaje de generación a través de energía solar fotovoltaica que consigue un índice de 8,3%.

Respecto a las energías procedentes de combustibles fósiles, desciende 1,2 puntos la energía nuclear respecto a 2020 posicionándose con un 21,8% de producción y los ciclos combinados descienden a un 15,2%. Por el contrario, la producción a partir de carbón ha sufrido un ligero aumento del 2% respecto al año anterior. [4]

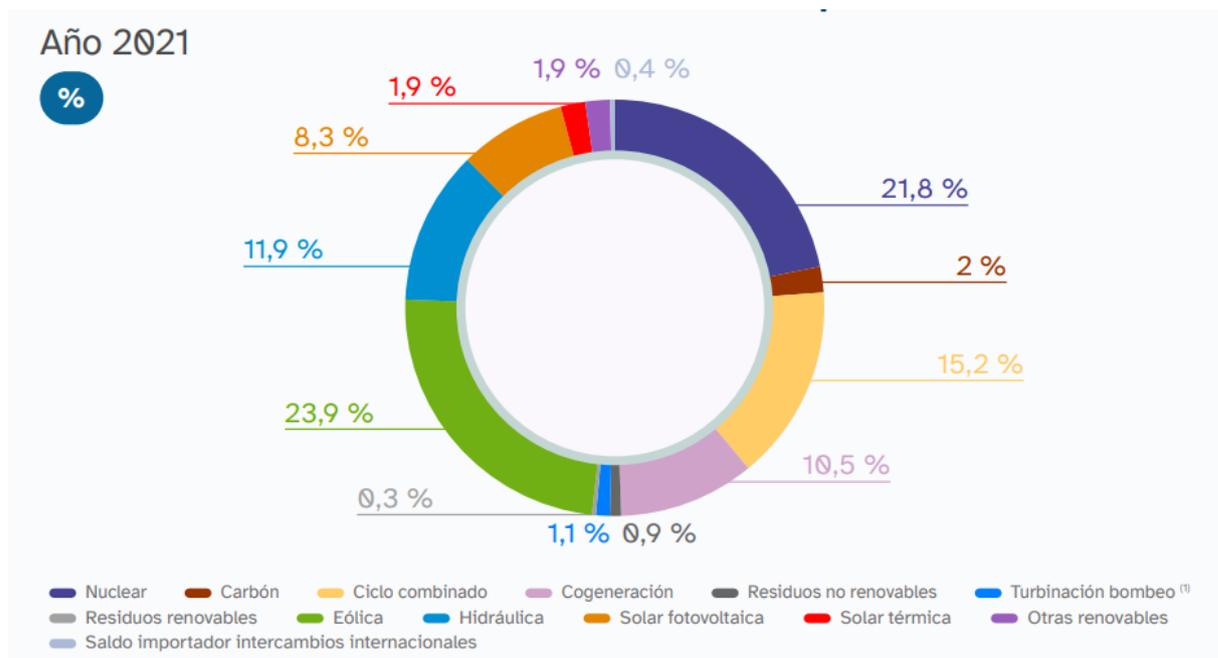


Ilustración 6. Cobertura de la demanda eléctrica peninsular [4]

En términos generales, la energía renovable está experimentando grandes avances y un crecimiento exponencial en cuanto a la producción de energía en España, consiguiendo de esta manera disminuir la demanda de petróleo y el uso del carbón, el cual se veía afectado por las políticas medioambientales surgidas en Europa a principios de siglo. Para conseguir un cambio global en el sistema energético mundial se firmó, en diciembre de 2015, el Acuerdo de París sobre el cambio climático en la vigésimo quinta Conferencia de las Partes celebrada en dicha ciudad (COP 25). En dicho acuerdo se establecieron ciertos objetivos que debían cumplirse por parte de los estados firmantes, con el principal objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y limitar el calentamiento global. A partir de esta firma, cada país o continente decretó unas políticas propias con objetivo de fecha final. Concretamente, y como ejemplo doméstico, la Unión Europea fijó la ESTRATEGIA EUROPA 2020 que establecía [5]:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% en comparación con los valores de 1990
- Aumento de la generación utilizando energías renovables en un 20%, en comparación con valores de 1990
- Mejora de un 20% de la eficiencia energética de la Unión Europea

Además, la Comisión Europea presentó una nueva agenda de objetivos de cara al año 2030 que dotaría de continuidad al Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático cuyos objetivos principales son [6]:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 40%
- Aumento de la producción con energías renovables en un 27%
- Mejora de la eficiencia energética en un 27%

De cara a entender los objetivos planteados por Europa es necesario conocer qué son las energías renovables. Éstas se definen como aquellas energías que se autoproducen y son inagotables, caracterizándose además por no requerir del empleo de combustibles fósiles. Se pueden clasificar en primera estancia según dos tipos:

- Energías renovables de generación eléctrica: en donde se encuentran la eólica, hidroeléctrica, fotovoltaica y termoeléctrica
- Energías renovables de aprovechamiento térmico: donde se catalogan la solar térmica, la biomasa, el biogás y los biocarburantes.

Como se ha comentado en anteriores apartados de este estudio, las energías renovables son la principal alternativa para la disminución de uso de combustibles fósiles, ya que presentan grandes ventajas como la reducción de gases de efecto invernadero y la mayor utilización de recursos autóctonos, consiguiendo así reducir la dependencia energética de otros países.

Por el contrario, la principal desventaja que presentan es la falta de gestionabilidad. Por ejemplo, para producir energía empleando aerogeneradores se necesita que la velocidad del viento se sitúe en unos márgenes muy estrictos.

Por este motivo, mientras no se logren desarrollar sistemas más eficientes para el almacenamiento de energía a través de fuentes renovables seguirá siendo indispensable depender de otras fuentes de energía para suplir la demanda diaria.

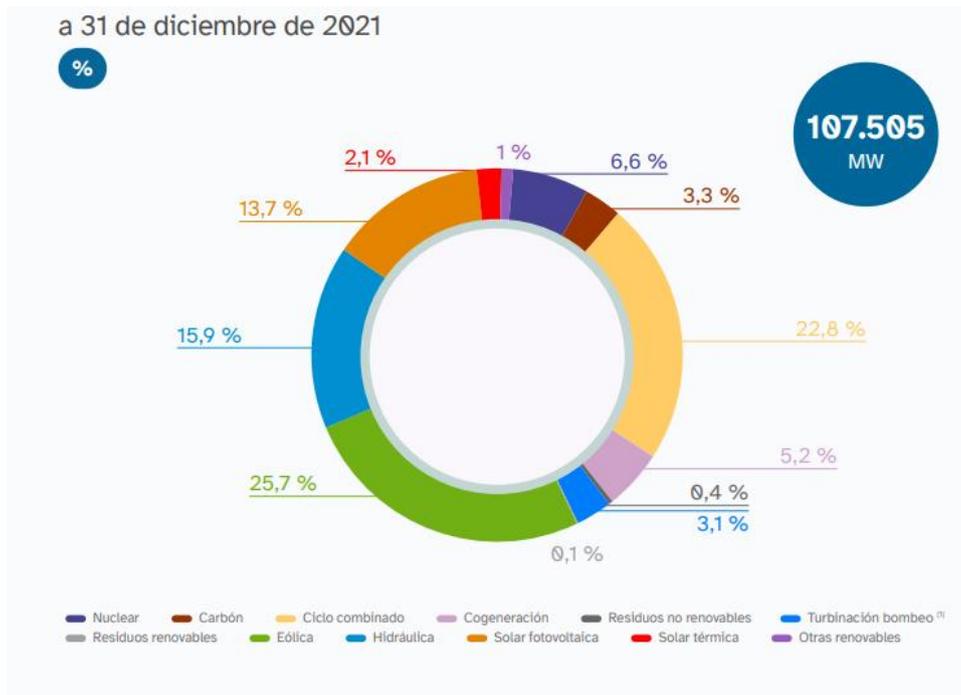


Ilustración 7. Potencia eléctrica instalada en España [4]

Como se observa en la Ilustración 7, en España las principales fuentes de energía de origen renovable con mayor porcentaje de potencia instalada son la energía eólica, la hidráulica y la solar fotovoltaica, en orden decreciente.

- **Energía eólica**
Se basa en la fuerza del viento para producir energía mediante aerogeneradores entre los cuales se distinguen dos tipos: de eje vertical y de eje horizontal. Éstos últimos son los más eficientes y los más utilizados. Actualmente la potencia eólica instalada en España, con valores del año 2021, supera los 27GW y se concentra principalmente en las comunidades Autónomas de Castilla y León, Castilla la Mancha y Galicia.
- **Energía hidráulica**
También denominada hidroeléctrica, es aquella que genera electricidad utilizando la energía producida en los saltos de agua. Al caer el agua pone en movimiento una turbina que genera energía mecánica y, al pasar por un generador eléctrico, se transforma en electricidad. Se considera una energía totalmente renovable ya que no genera residuos y tiene bajo coste de mantenimiento y operación.
Se distinguen dos tipos principales:
 - Centrales de agua fluyente: utilizan parte del caudal de un río para pasarlo a través de una turbina y devolverlo de nuevo a su cauce.

- Centrales a pie de presa: aprovechan el agua de los embalses y suelen conseguir mayores potencias que las centrales de agua fluyente.

Actualmente, la potencia instalada en energía hidráulica en España supera los 17GW cuyas comunidades de referencia son Castilla y León, Cataluña y Galicia. [4]

- Energía solar fotovoltaica
Permite convertir la radiación solar en electricidad gracias al efecto fotoeléctrico producido al incidir la radiación solar sobre los materiales semiconductores que forman las placas, como por ejemplo el silicio o el germanio.
Es una tecnología simple y de bajo mantenimiento por lo que está tomando una gran referencia como la energía renovable de autoconsumo de las viviendas.
En España, la potencia instalada de solar fotovoltaica es de 14,7GW lográndose un aumento exponencial estos últimos años. En cuanto a las comunidades autónomas con mayor instalación se encuentran Navarra, Andalucía, la Comunidad Valenciana y Castilla y León.

De cara a conseguir una reducción sustancial de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y el uso de recursos no renovables, se ha planteado un objetivo más generalizado y que engloba a toda la población, la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Para tener una medición clara de este parámetro se utiliza lo que actualmente se conoce como Calificación Energética de los edificios.

El concepto de calificación energética de una vivienda es un índice que informa sobre la eficiencia energética de dicho inmueble utilizando una escala de letras en la cual la A es el grado de mayor eficiencia energética y la G es el de menor. Es decir, cuanto mayor sea el grado de eficiencia energética de un edificio menor será su consumo de energía ya que una calificación A llega a consumir un 90% menos que una vivienda con la calificación G. [7]



Ilustración 8. Escala de clasificación energética Fuente:freepik

Un edificio energéticamente eficiente es aquel que necesita los menores niveles energéticos para ser aclimatado y es capaz de emplear energías “limpias” disminuyendo así las emisiones de CO₂. Actualmente, uno de los principales objetivos de cualquier nueva construcción consiste en acercarse lo máximo posible a una calificación de tipo A, ya que también conlleva un menor gasto económico en cuanto a energía.

Dentro del concepto de eficiencia energética de un edificio se han de diferenciar dos aspectos principales que se ven involucrados: los elementos activos y los pasivos. Los primeros hacen referencia a todas las instalaciones y equipos necesarios para la climatización del edificio, mientras que los elementos pasivos son los que forman la parte arquitectónica y estructural del edificio. Se puede mejorar la eficiencia energética de los elementos activos con el uso de equipos más eficientes, con mayor COP, o que utilicen fuentes de energía que no provengan de elementos fósiles. En cuanto a los elementos pasivos, se puede mejorar la eficiencia energética del edificio modificando la estructura del edificio, teniendo en cuenta tanto los materiales y el aislamiento como los huecos y los vidrios, siempre que cumplan las características especificadas en el Código Técnico de la Edificación vigente en ese momento.

EL concepto de certificación energética entró en funcionamiento en España por la Directiva Europea 93/76/CEE la cual se desarrolló en noviembre de 1999. El procedimiento fue desarrollado por el Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla y, por aquel

Sara Medina

entonces, no era un reglamento ordinario sino que tenía aplicación voluntaria. [8]. No es hasta 2007 cuando se produce en cambio en la legislación y la Certificación energética pasa a ser obligatoria para todo edificio de nueva construcción y ya construido que vayan a ser puestos en venta o en alquiler, de esta manera el arrendatario o comprador puede conocer en profundidad la vivienda debido a que se tienen en cuenta todos los aspectos energéticos del edificio tanto envolvente como ubicación e instalaciones.

En España, el Certificado de Eficiencia Energética debe de ser expedido por un técnico autorizado que disponga de la formación académica necesaria para ello, por lo que solamente puede ser expedido por ingenieros, arquitectos o técnicos especializados.

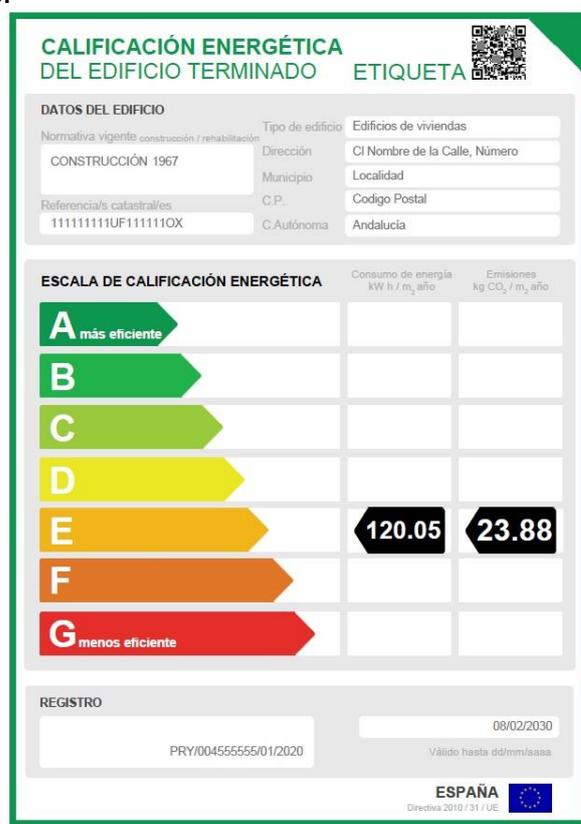


Ilustración 9. Modelo de etiqueta energética [20]

Por último, es importante destacar que según la Ley 8/2013, del 26 de junio, la validez del Certificado Energético es de diez años y en caso de que una vivienda no disponga del certificado actualizado y en vigor, el propietario de la vivienda recibirá una multa que rondará entre los 300 y los 6.000 euros [9]

2.2 Objeto del proyecto

El objeto principal de la realización de este proyecto es obtener una conclusión clara y concisa sobre la viabilidad técnica y económica de llevar a cabo una reforma de una vivienda unifamiliar situada en la Comunidad de Madrid.

2.3 Decretos y normas legales a aplicar

Para entender la normativa a aplicar en un proyecto de construcción de una vivienda en esta última década es necesario realizar un breve resumen de la evolución del marco normativo en el último siglo.

En primer lugar, cabe destacar que, hasta finales de los años 70, tras el fin de la dictadura española, las referencias al ahorro energético en la legislación española eran muy escasas y estaban referidas solamente de cara a la construcción de viviendas de protección oficial. El 20 de mayo de 1969 se aprueba un cambio en las ordenanzas constructivas, que estaban en vigor desde 1955, en la que se regula la necesidad de incluir aislamiento térmico y en el cual se especifican unos valores concretos de conductividad de los materiales tanto de muros como de cubiertas, diferenciando entre la zona sur y norte de España. [10]

Unos años después, en 1975, se aprueba el Real Decreto 1490/75, el cual es considerado como la primera normativa con referencia a la disminución del consumo de calefacción en edificios de nueva construcción, debido a la crisis del petróleo de 1973. Básicamente lo que se especificaban eran unas normas básicas de aislamiento térmico estableciendo valores máximos para el coeficiente de transmisión en los edificios.

A finales de los años 70, se comienza a poner el foco en el entorno energético. En octubre de 1979 se aprueba en el BOE la primera norma básica sobre condiciones térmicas de los edificios NBE CT-79 (actualmente derogada). Esta normativa se basa en el aislamiento de viviendas, estableciendo límites a valores de coeficientes de transmisión global de calor del edificio y coeficientes de transmisión de calor de sus cerramientos en función de las zonas climáticas presentes en la península ibérica. Faltaría por incluir el ahorro energético a realizar en la vivienda. Por dicho motivo este reglamento solamente estuvo vigente hasta una parte de la década de los noventa.

Un años después, el 4 de julio de 1980 se aprueba el Real Decreto 1618/1980 en el que se establece el Reglamento de las Instalaciones de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria (RICCACS), con el fin de separar por instalaciones el consumo energético y racionalizar su consumo. De este modo se establecían las condiciones que debían seguir los edificios no industriales para mantener el confort, la calidad, la seguridad y el medio ambiente. Actualmente este Decreto está derogado.

Dentro de este reglamento, cabe destacar que se incluyó la norma IT.IC.04 que especifica las exigencias de rendimiento y ahorro de energía, y la cual se sigue utilizando actualmente como base para el resto de reglamentos [8]

En 1995, se aprueba la Ley de Ordenación de la Edificación, ley 38/1995 del 5 de noviembre, cuyo objetivo es establecer unos requisitos mínimos de seguridad, funcionalidad y habitabilidad. [11]

En 1993 se establece la Directiva 93/76/CEE, del 13 de septiembre, referente a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono a través de la mejora energética (SAVE). Esta directiva se deroga por la Directiva 2006/32.

Por último, en 1998 se redacta el RITE cuyas siglas hacen referencia a Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. En este se especifican tanto los parámetros de eficiencia y seguridad que deben cumplir las construcciones españolas para evitar el despilfarro de energía, como los límites y diseños en las instalaciones de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) y de producción de agua caliente sanitaria. Fue aprobado por primera vez con el Real Decreto 1751/1998 y derogado el 29 de febrero de 2008 por el Real Decreto 1027/2007. Con la aprobación de este último RD mencionado, se incluye la Sección HE-2 en el cual se establece el rendimiento de las instalaciones térmicas teniendo en cuenta su inspección periódica.

En el Real Decreto 1027/2007 el Rite pasa a formar parte como un anexo más del Código Técnico de la Edificación (CTE).

En cuanto a las normativas europeas que fueron desarrollándose y que, a partir de 1986 coincidiendo con la entrada de España en la Unión Europea, serían de obligado cumplimiento, cabe destacar la Directiva 92/42/CEE referente a los rendimientos de las calderas de producción de ACS que estén alimentadas por combustibles líquidos o gaseosos [12]. Dicha Directiva fue derogada por la posterior 93/68/CEE que además de fijar un valor para el rendimiento de la caldera, dicho valor estaba diferenciado según el tipo de caldera, es decir, no se planteaban los mismos valores en caso de ser de tipo estándar o de condensación, por ejemplo.

En 1993, se redacta la directiva 93/76/CEE del 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de CO₂ a través de la eficacia energética, es decir, que se facturase de forma real el consumo fraccionado de climatización y la obligatoriedad de realizar inspecciones periódicas. Dicha primera redacción de la directiva se utilizará en los años posteriores para la redacción del RITE español. En 1999, la directiva 93/76/CEE se modificó incluyendo el concepto de certificación energética.

En diciembre de 2002 se aprueba la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo relativa a la eficiencia energética de los edificios, en la que se proponía la aplicación de unos requisitos mínimos para la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción o para aquellos en los que se reformase su arquitectura original. Esta directiva es considerada como la base del primer Código Técnico presentado en 2006, así como el procedimiento de certificación energética, en vigor desde 2007. Fue finalmente derogada con la entrada en vigor de la Directiva 2010/31.

En marzo de 2006, se incorporan a la legislación española los requisitos mínimos de eficiencia energética con la aprobación del RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación conforme a la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación [13]. El objetivo principal de este reglamento es unificar en un mismo escrito las normativas sobre eficiencia energética redactadas en la Ley 38/1999.

Durante el año 2007 se aprueba el Real Decreto 47/2007 en el que se aprueba la realización de certificaciones energéticas a los edificios de nueva construcción. Actualmente está derogado por el RD 235/2013 del 5 de abril de 2013. En este último RD se establece la certificación energética según el marco normativo europeo, el cual conlleva un gran cambio en el mercado inmobiliario ya que a la hora de la construcción de una nueva vivienda o a la hora de alquilar o vender un inmueble es obligatorio presentar un certificado de eficiencia energética a demostrar al arrendatario o comprador, según el caso. A diferencia del RD 4/2007 el cual sólo obligaba a edificios de nueva construcción a obtener el certificado energético

En el año 2010, se modifica la Directiva 2002/91/CE por la Directiva 2010/31/UE que comprendía un método de cálculo para la eficiencia energética integrada de los edificios, que debía de ser de obligada aplicación tanto para edificios nuevos como existentes, destinada a aumentar el número de edificios con energía casi nula.

En 2017, se presenta la Orden FOM/588/2017 por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE para potenciar la construcción de edificios de consumo de energía casi nulo. En dicha Orden se especifica la definición de edificio de consumo de energía casi nulo como aquel que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para los edificios de nueva construcción en las diferentes secciones del DB-HE

El 20 de diciembre de 2019 se aprueba el Real Decreto 732/2019 en el que se presenta una modificación en el Código Técnico de la Edificación donde se actualizan los documentos básicos DB-HE, DB-SI y DB-HS. En cuanto al DB-HE respectivo al Ahorro de la Energía, se establece un nuevo método de cálculo para el consumo de energía primaria al introducirse los valores de los equipos de ventilación y la energía extraída del medio ambiente, se potencia el uso de energías renovables generadas en el mismo edificio o en su entorno [14]

La última modificación presentada en el CTE es del 14 de junio de 2022 a través del RD 450/2022, en la cual principalmente se modifica el apartado HE-5 y se crea una nueva sección HE-6 “Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos” a partir de la cual se establecen unos valores máximos y mínimos de consumo de energía por edificio para este tipo de instalaciones, además de la obligatoriedad de cumplir un porcentaje de generación por energía fotovoltaica.

2.4 Descripción de la vivienda objeto de estudio

2.4.1 Emplazamiento y situación

La vivienda utilizada para llevar a cabo este estudio se encuentra situada en la Calle de los Girasoles número 13, en el municipio de Velilla de San Antonio.

Este municipio pertenece a la zona este de la Comunidad de Madrid y está emplazado solo 20km de la capital y situado a 553 metros sobre el nivel del mar, por lo que le corresponde una zona climática D3 según la tabla B.1 del apéndice B del CTE-DB-HE1. [3]

Se trata de una vivienda unifamiliar de tipo pareado con una parcela construida sin división horizontal de 250m², de cuyas dimensiones la vivienda ocupa una superficie de 104m² útiles, lo que supone un 41,6% del terreno de parcela total.

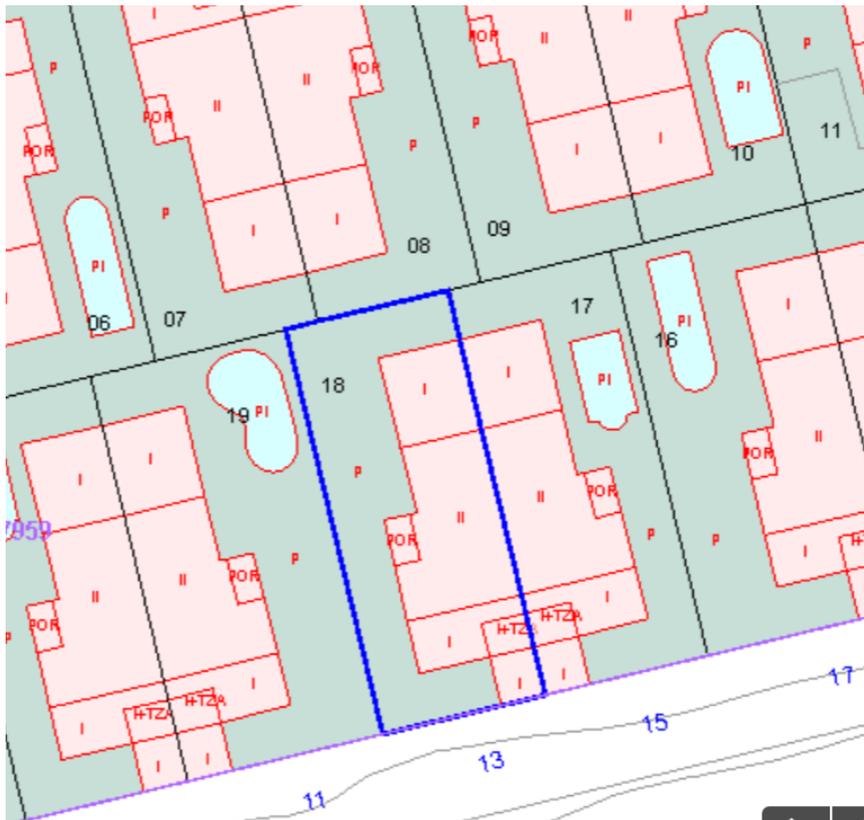


Ilustración 10. Imagen catastral de la vivienda

Al tratarse de una vivienda de tipo pareado, una de sus fachadas laterales colinda con la vivienda contigua por lo que las pérdidas de calor en ese lateral de la vivienda son menores que en el resto, lo que en adelante se denominará medianería.

2.4.2 Descripción de la vivienda

La vivienda objeto de estudio pertenece a un proyecto de construcción del año 1993 cuya finalización de construcción se dio a finales de 1994. La superficie total de vivienda construida consta de 180m² distribuidos en dos plantas habitables y un garaje. La primera planta, o planta baja, consta de una superficie de 104 m² habitables a la que se accede desde la calle a través de un porche o recibidor. La planta consta de un hall distribuidor, salón-comedor, cocina, un aseo, tres dormitorios y un baño completo. Colindante a la planta baja se sitúa una zona de garaje de 14m².

En el hall distribuidor se localiza una escalera de tipo caracol que da acceso a la segunda planta, cuya superficie es de 62m² y se distribuye en dos dormitorios, un despacho-estudio y un baño completo.

Al ser un proyecto de obra anterior al 2006, fecha de vigencia de uso del DB-HE: Documento básico de ahorro de energía, que forma parte del Código Técnico de Edificación (CTE), fue desarrollado a partir de la Norma Básica de Edificación sobre condiciones térmicas NBE.CT.79 [15]

La vivienda está construida con el tipo de cerramiento propio del año de construcción, cumpliendo así con los requisitos de aislamiento especificados en el NBE-CT-79. Los muros externos están compuestos por una primera capa de ladrillo hueco doble seguidos de 5 cm de aislamiento térmico y finalizando con un tabique de ladrillo hueco doble de nuevo. En cuanto a la tabiquería interior no se encuentran grandes robusteces debido a la época de construcción, sino que se basa en un tabicón hueco doble. Las ventanas de la vivienda se componen de una doble ventana de aluminio que realiza el trabajo de una cámara de aire.

Cuadro de superficies	
Planta baja	
Denominación	Superficie útil (m ²)
Cocina	9,94m ²
Hall-distribuidor	7,8 m ²
Salón-comedor	36,83 m ²
Aseo	2,59 m ²
Pasillo	5,85
Dormitorio Principal	13,32
Dormitorio 1	8,32
Dormitorio 2	8,38
Garaje	11,5
Baño completo	4,82

Tabla 1. Medidas superficie planta baja

Cuadro de superficies	
Planta primera	
Denominación	Superficie útil (m ²)
Dormitorio 1	14,32
Dormitorio 2	10,97
Despacho-estudio	8,32
Rellano	10,2
Baño completo	5,2

Tabla 2. Medidas superficie planta primera

2.4.3 Descripción de las instalaciones actuales

La vivienda objeto de estudio mantiene su calefacción y el agua caliente sanitaria mediante una caldera de condensación de gas natural de 32kW para la calefacción y de 30kW para la producción de agua caliente sanitaria apoyada con un vaso de expansión de 7 litros. La calefacción se distribuye a lo largo de toda la vivienda a través de radiadores instalados en todas las dependencias de la vivienda.

En cuanto a la refrigeración, la vivienda tiene instalación de aire acondicionado dividida por plantas.

Para la planta baja cuenta con una máquina exterior de 4,2 kW de potencia de calefacción de la marca DAIKIN modelo 2MXM40N. El aire se distribuye en dos máquinas interiores de 2kW de potencia individual colocadas en el salón-comedor y el dormitorio principal. Este conjunto de equipos utiliza gas R-32.

UNIDADES EXTERIORES MÚLTIPLES				2MXM40N
Capacidad	Refrig. Calef.	Nominal	W	4.000 4.200
Consumo	Refrig. Calef.	Nominal	W	970 981
Caudal de aire	Refrig.	Nominal	m ³ /min	36,0
Conexiones de tuberías	Líquido		mm	ø 6,4 x 2
	Gas		mm	ø 9,5 x 2
Refrigerante R-32	kg / TCO ₂ eq / PCA			0,88 / 0,6 / 675
Dimensiones	Alto		mm	550
	Ancho		mm	765
	Fondo		mm	285
Nivel de potencia acústica				dBa 60
SEER / SCOP _{medio}	Refrigeración / Calefacción			8,53 / 4,64
Etiqu. efc. estac.	Refrigeración / Calefacción			A+++ / A++
Carga de diseño (Pdesign)	Refrigeración		kW	4
	Calefacción (-10°C)		kW	3,2

Ilustración 11. Ficha técnica equipo planta baja

Para la planta primera cuenta con una máquina exterior de 4,4kW de capacidad de calefacción de la marca DAIKIN y modelo TXF42C, dividida en tres unidades interiores de 1,5kW de potencia individual distribuidas en ambos dormitorios y el despacho-estudio. Este conjunto utiliza refrigerante R-32.

CONJUNTOS SPLIT DE PARED DAIKIN SENSIRA				TXF25C*	TXF35C*	TXF42C*
Capacidad	Refrigeración	(Min.-Nom.-Máx.)	W	1.300-2.500-3.000	1.300-3.300-3.800	1.700-4.200-5.000
	Calefacción	(Min.-Nom.-Máx.)	kcal	1.118-2.210-2.580	1.118-2.837-3.267	1.462-3.612-4.300
Consumo	Refrigeración	(Nominal)	W	1.300-2.800-4.000	1.300-3.500-4.800	1.700-4.600-5.000
	Calefacción		kcal	1.118-2.442-3.439	1.118-3.010-4.127	1.462-3.955-4.300
Conexiones	Líquido		mm	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")	ø 6,4 (1/4")
	Gas		mm	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")	ø 9,5 (3/8")
Alimentación eléctrica				I/220V	I/220V	I/220V
Nº hilos de interconexión				3 + T	3 + T	3 + T
SEER / SCOP _{cálido} / SCOP _{medio}	Refrigeración / Calefacción			6,22 / - / 4,11	6,22 / - / 4,11	6,5 / - / 4,3
Etiqueta energética	Refrigeración / Calefacción			A++ / - / A+	A++ / - / A+	A++ / - / A+
Carga de diseño (Pdesign)	Refrigeración		kW	2,5	3,5	4,2
	Calefacción (-10°C)		kW	2,4	2,33	3,3
Consumo energía anual estacional	Refrigeración		kWh	141	197	212
	Calefacción		kWh	827	965	1102

Ilustración 12. Ficha técnica equipo planta 1

En cuanto al cálculo del consumo de ACS se ha de referenciar según el Código Técnico de la Edificación, el cual especifica en su HE-4 Anejo F. Demanda de referencia de ACS lo siguiente:

“La demanda de referencia de ACS para edificios de uso residencial privado se obtendrá considerando unas necesidades de 28 litros/día·persona (a 60°C)”

[3]

Por lo tanto, considerando que en dicha vivienda tiene un total de cuatro dormitorios, según la tabla A del anejo F del Código Técnico se corresponde con un total de cinco personas cuya demanda de ACS total diaria serían 140 litros.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Ilustración 13. Anejo F CTE. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

2.5 Análisis energético en su estado de construcción

Como se ha comentado anteriormente, para realizar el estudio energético de la vivienda se utilizará la plataforma CE3X cuya propiedad es del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Entidad Pública Empresarial adscrita al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Esta plataforma sirve para certificar cualquier tipo de edificio, tanto tipo residencial como pequeño y gran terciario. En este caso partiremos de la premisa de tipo residencial.

Con el objetivo de obtener una mejora de la eficiencia energética se plantearán varios cambios en la vivienda tanto a nivel de la envolvente térmica como de las instalaciones de climatización. Para ello se realiza el primer análisis energético de la vivienda con las condiciones de proyecto.

Una vez inicializado el programa CE3X se observan una serie de pestañas que se han de cumplimentar: datos administrativos, datos generales, envolvente térmica e instalaciones.

Se comenzará por la pestaña de “datos administrativos” en los que se introducirán tanto los datos de ubicación de la vivienda como los datos del técnico certificador.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones | Calificación Energética

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio: Vivienda unifamiliar en Velilla
 Dirección: Calle de los Girasoles 13
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: Otro | Código Postal: 28891
 Referencia Catastral: 8795918VK5689N00011G | Velilla de San Antonio

Datos del cliente

Nombre o razón social: Sara Medina
 Dirección: Calle hermosailla 106
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: madrid | Código Postal: 28009
 Teléfono: . | E-mail: saravm25.svm@gmail.com

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: Sara Medina | NIF: 71028226V
 Razón social: Trabajo fin de master | CIF: .
 Dirección: Calle hermosailla 106
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: madrid | Código Postal: 28009
 Teléfono: . | E-mail: .
 Titulación habilitante según normativa vigente: Ingeniero Industrial

Ilustración 14. Datos administrativos de la vivienda

Se continúa con la pestaña de “Datos generales” en la cual se deben de incluir los datos generales de la vivienda objeto de estudio tales como el año de construcción, las normativas seguidas para la redacción del proyecto de la vivienda y las propias medidas de superficie y habitabilidad. En este caso, el año de construcción es de 1994 por lo que la normativa vigente es el NBE-CT-79.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones | Calificación Energética

Datos generales

Normativa vigente: NBE-CT-79 | Año construcción: 1994
 Tipo de edificio: Unifamiliar
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: Otro | Zona climática: D3 | HE-1 | HE-4 | IV

Definición edificio

Superficie útil habitable: 104 m²
 Altura libre de planta: 2.7 m
 Número de plantas habitables: 2
 Ventilación del inmueble: 0.63 ren/h
 Demanda diaria de ACS: 140 l/día
 Masa de las particiones internas: Media



Ilustración 15. Datos generales de la vivienda

Uno de los datos obligatorios a incluir en la pestaña de “datos generales” es la demanda diaria de ACS expresada en litros. Para realizar el cálculo de la demanda diaria de ACS se han de seguir los pasos especificados en el DB HE-4 del CTE denominado como “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” que se ha especificado en el apartado 2.4

El siguiente paso a realizar para la configuración del estudio se corresponde a datos de la vivienda como tal, es decir, los apartados de “Envolvente térmica” e “Instalaciones”

Se comienza por la introducción de la envolvente térmica de la vivienda que se refiere al conjunto de cerramientos que limitan los espacios habitables y el exterior, o colindantes con otras viviendas. También se hace referencia a las particiones interiores que se encargan de separar los espacios habitables de los no habitables.

La clasificación general de los cerramientos y particiones interiores dentro de un edificio es la siguiente:

- Cubiertas: Son los cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es menor a 60 grados. Se han de distinguir dos tipos, la cubierta no transitable y la cubierta transitable.
- Muro en contacto con el terreno: son aquellos que colindan con el suelo. Normalmente se encuentran por debajo del nivel del suelo como por ejemplo un sótano.
- Muro tipo fachada: son los cerramientos en contacto con el aire exterior y cuya inclinación con la horizontal sea mayor de 60°. Se pueden clasificar en ocho orientaciones distintas como se muestra en la Ilustración 16.

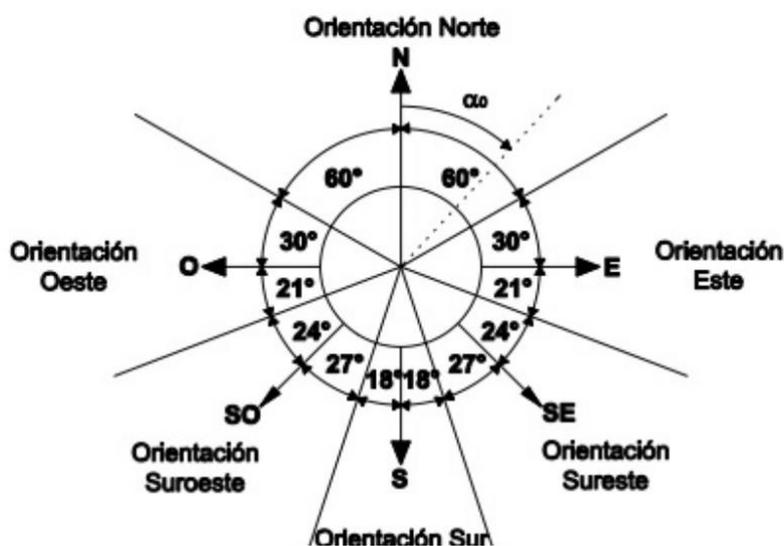


Ilustración 16. Orientaciones de las fachadas [20]

- Muro de tipo medianería: son los cerramientos que colindan con otro edificio cuya función es divisoria.
- Suelo: Son los cerramientos inferiores horizontales en contacto con el aire, el terreno o con un espacio no habitable.
- Partición interior: Don elementos constructivos horizontales o verticales que separan las distintas dependencias del edificio.
- Puente térmico: Son zonas de los cerramientos en los que hay una disminución de eficacia debido a uniones entre cerramientos, errores a la hora de aplicar el aislamiento etc

La configuración de la envolvente térmica es el primer factor para calcular la demanda energética de un edificio. Otro de los factores a tener en cuenta es el clima de la localidad donde está ubicada. Para evitar variaciones altas de la temperatura de confort en distintas dependencias de la vivienda, todos los elementos que forman la envolvente deberán cumplir unos valores de transmitancia térmica no superiores a los definidos en la tabla 3.1.1.a del HE1, la cual depende de la zona climática en la que se ubique la vivienda.

Teniendo en cuenta que la vivienda objeto de estudio no fue construida bajo la normativa del CTE, es probable que su envolvente no cumpla dichos valores pero han de tenerse en cuenta a la hora de plantear las posibles mejoras. En este caso, la vivienda está ubicada en una zona climática de invierno de tipo D.

Tabla 3.1.1.a – HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%			5,7			

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_{H1} en un 50%.

Ilustración 17. Valores límites de transmitancia térmica [3]

La transmitancia térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{RT}$$

Donde: U es la transmitancia térmica medida en W/m^2K

RT es la resistencia térmica total de todos los elementos que forman dicho cerramiento y cuya unidad de medición es m²K/W. La forma de cálculo de dicho parámetro es un sumatorio de las resistencias térmicas de cada uno de los elementos del cerramientos además de las resistencias térmicas superficiales tanto exterior como interior cuyo valor se especifica en el CTE

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²·K/ W

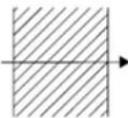
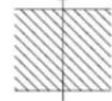
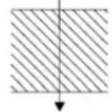
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Ilustración 18. Resistencias térmicas superficiales [3]

Las resistencias térmicas de cada uno de los elementos de la envolvente se calculan con la fórmula $R = \frac{e}{\lambda}$ donde e es el espesor del material y λ es la conductividad térmica de diseño del material especificada en W/mK

Como resumen final, la envolvente térmica de la vivienda objeto de estudio está formada por cubierta en contacto con el aire, solera, muros tipo fachada con sus correspondientes huecos, medianería y puentes térmicos. Como en toda vivienda, se incluyen también particiones interiores. Conocidos todos estos puntos, se introducirán todos los datos en el programa CE3X.

2.5.1 Muros de fachada y solera

En cuanto a los muros de fachada se han de distinguir, como se ha comentado, dos tipos distintos: fachada exterior y medianería. En este caso tendremos cuatro fachadas exteriores, es decir, sin contacto con terreno ni otro edificio colindante, y una medianería ya que se trata de una vivienda de tipo pareado.

Los muros de fachada tendrían una superficie correspondiente a 28,62 m², 76,2 m², 11,1 m² y 39,69 m². Mientras que a la medianería le corresponde una superficie de 129 m².

Para la definición de los cerramientos de la fachada se ha de tener en cuenta que el programa CE3X los cataloga desde el exterior hacia el interior, por lo que se debe seguir ese orden a la hora de definirlos. Basándonos en las especificaciones del NBE.CT.79 vigente en el año de desarrollo del proyecto, la composición de los cerramientos de la fachada está compuesta por una capa exterior de ladrillo metálico de medio pie seguido de 5cm de aislante y finalizando en el interior con una capa de ladrillo hueco doble puesto a tabicón.

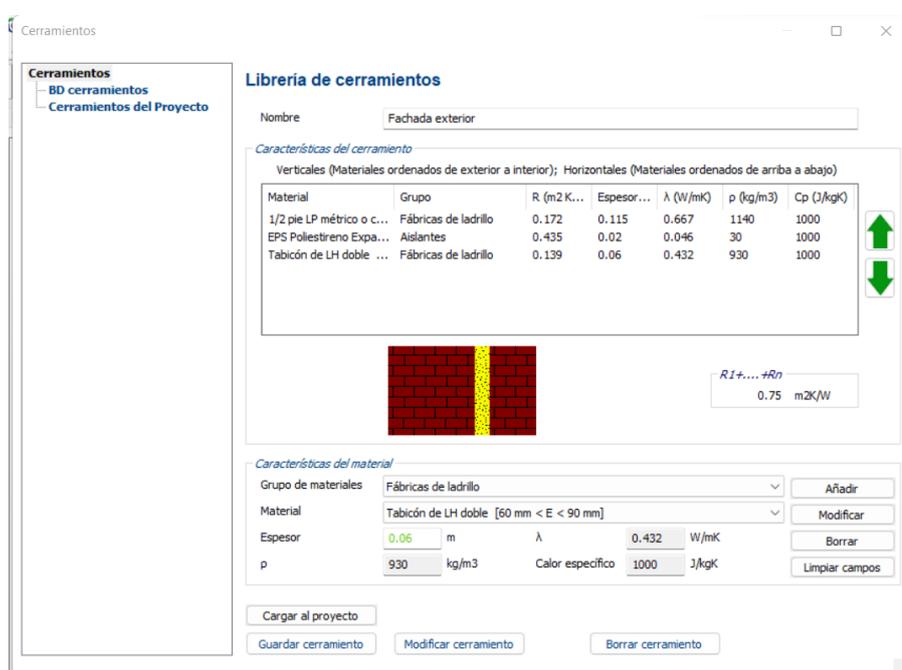


Ilustración 19. Definición materiales fachada

Respecto a la medianería cabe destacar que solamente afecta a la inercia térmica del edificio, es decir, a la cantidad de calor que se va a acumular en los distintos cerramientos y se irá disipando hacia las estancias. Para la medianería no se ha de tener en cuenta la transmisión térmica de calor desde un cerramiento a otro, por lo que el CE3X no exige unas condiciones térmicas, sino que, una vez se define la superficie, se debe especificar el tipo de muro, si es pesado o ligero. En este caso se corresponde con un muro de tipo ligero.

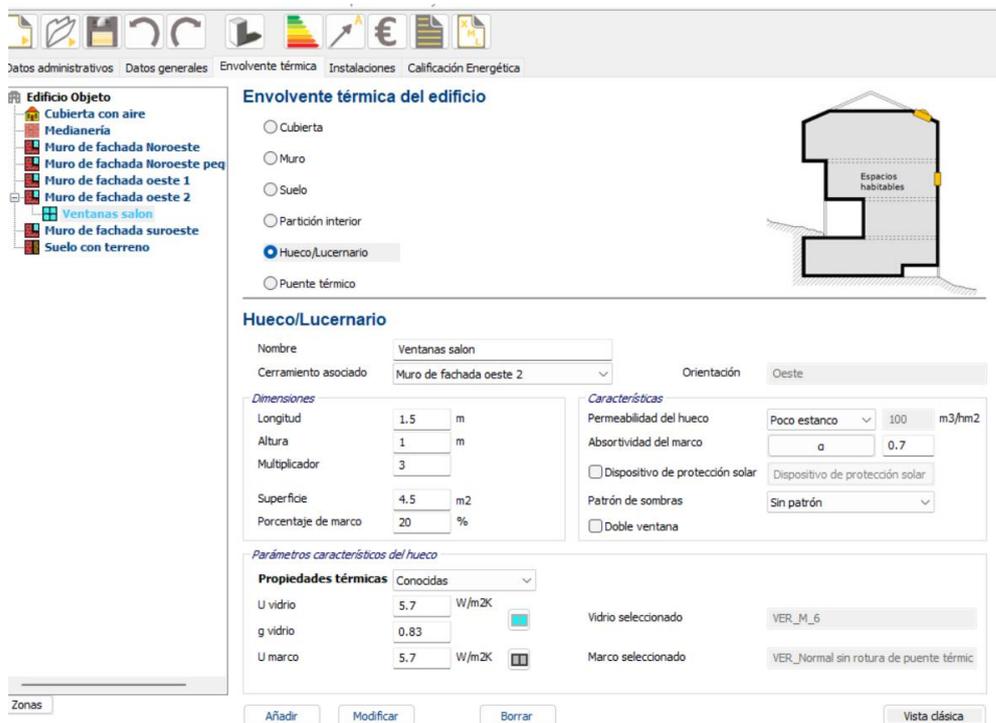
Respecto a la solera en contacto con el terreno, el NBE-CT-79 no establecía exigencias térmicas concretas, sino que recomienda utilizar plaqueta o baldosa cerámica, arena y grava de regularización, hormigón en masa o encachado de

grava. Debido a que no se conoce exactamente con qué material se realizó la solera, se dejará la opción “por defecto” en el programa CE3X. La vivienda está construida en cota 0 por lo que se establece una profundidad menor o igual a 0.5m. Al ser una vivienda con la misma superficie tanto en suelo como en cubierta no se presenta ninguna solera en contacto con el aire exterior.

2.5.2 Carpintería exterior y vidrios

Una vez definidos los cerramientos de la vivienda es necesario conocer las ventanas y las puertas y se irán asociando a cada una de las fachas ya predefinidas.

En cuanto a las ventanas, entre 1981 y 2008 [3] se utilizan con marco metálico sin rotura de puente térmico con una transmitancia térmica de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ cuyo vidrio está formado por un monolítico en vertical entre 4 y 6 mm de espesor. Todas las ventanas de la vivienda tienen la misma composición, modificándose únicamente sus dimensiones y la cantidad de ellas por cada habitación. La permeabilidad del hueco es de tipo “poco estanco”, es decir, permite que pase el aire del exterior fácilmente lo cual supone una pérdida de carga térmica importante.



Edificio Objeto

- Cubierta con aire
- Medianería
- Muro de fachada Noroeste
- Muro de fachada Noroeste peq
- Muro de fachada oeste 1
- Muro de fachada oeste 2
- Ventanas salon
- Muro de fachada suroeste
- Suelo con terreno

Envolvente térmica del edificio

Cubierta
 Muro
 Suelo
 Partición interior
 Hueco/Lucernario
 Puente térmico

Hueco/Lucernario

Nombre: Ventanas salon
 Cerramiento asociado: Muro de fachada oeste 2
 Orientación: Oeste

Dimensiones

Longitud: 1.5 m
 Altura: 1 m
 Multiplicador: 3
 Superficie: 4.5 m²
 Porcentaje de marco: 20 %

Características

Permeabilidad del hueco: Poco estanco 100 m³/m²
 Absortividad del marco: 0.7
 Dispositivo de protección solar
 Patrón de sombras: Sin patrón
 Doble ventana

Parámetros característicos del hueco

Propiedades térmicas Conocidas

U vidrio: 5.7 W/m²K
 g vidrio: 0.83
 U marco: 5.7 W/m²K

Vidrio seleccionado: VER_M_6
 Marco seleccionado: VER_Normal sin rotura de puente térmic

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Ilustración 20. Especificaciones materiales de las ventanas

Por último, de cara a los cerramientos de la vivienda faltarían definir los puentes térmicos, los cuales son muy importantes debido a que se debe tener en cuenta la transmitancia térmica provocada por defectos de aislamiento o construcción, como por ejemplo los encuentros de forjado. Con el Código Técnico de la Edificación actual es de obligado cumplimiento aislar dichos fallos. Sin embargo, en el reglamento de aplicación de construcción de esta vivienda no se establecía como obligatorio, por lo que no podemos tener constancia de si se realizaron o no. Por dicho motivo se van a tener en cuenta para presentar siempre los peores escenarios, como por ejemplo las cajas de las persianas o el encuentro de la facha con cubierta y solera.

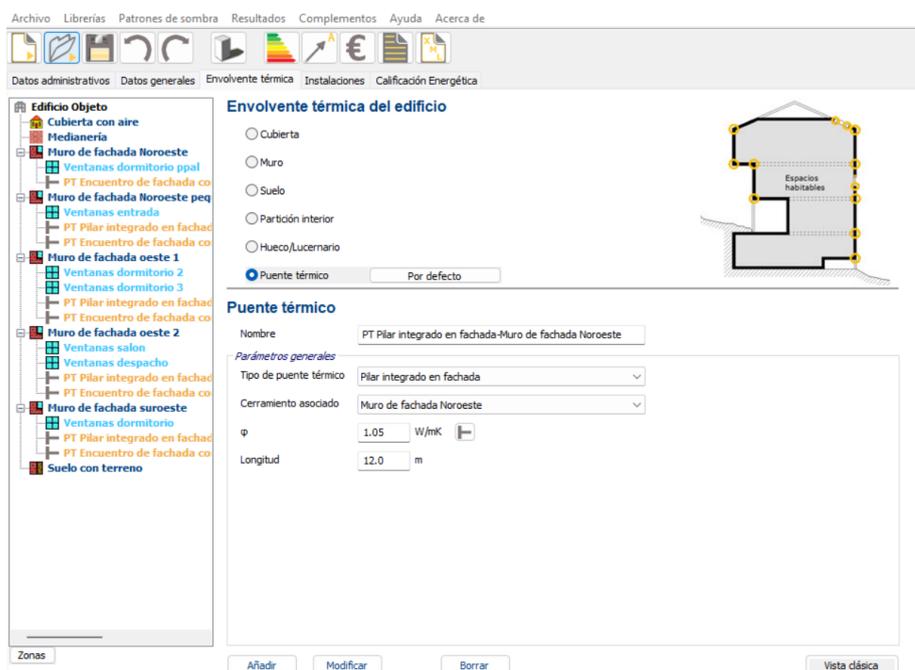


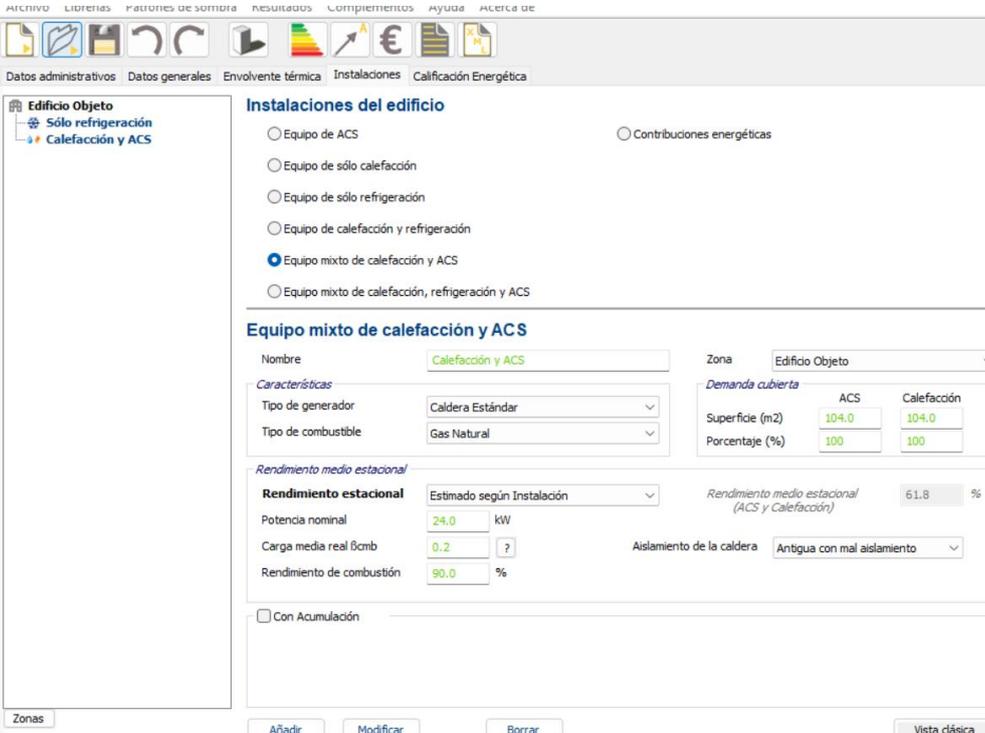
Ilustración 21. Especificaciones puente térmico

2.5.3 Instalaciones de la vivienda

Por último, antes de obtener la certificación de la vivienda en su estado de diseño, es necesario definir las instalaciones actuales que presenta tanto para climatización como para generación de agua caliente sanitaria.

En este caso, la vivienda posee un equipo mixto para la producción de energía destinada a calefacción y la producción de ACS mediante una caldera convencional de gas natural con un aislamiento nuevo y bien mantenido debido a que la caldera fue cambiada en el año 2013 y con un depósito de acumulación de 110 litros cuyo aislamiento está formado por poliestireno. La distribución de calor por la superficie de la vivienda se realiza a través de radiadores ubicados en todas las estancias de la vivienda de manera que se genera un confort óptimo.

El sistema de refrigeración está formado por dos equipos exteriores de tipo SPLIT de la marca Daikin que dan servicio a todas las estancias de la vivienda, diferenciando un equipo por cada una de las plantas. Se ha de tener en cuenta que son equipos altamente eficientes al haber realizado su instalación en el año 2018.



The screenshot shows a software interface for building energy certification. The main window is titled "Instalaciones del edificio" (Building Installations). Under the "Equipo mixto de calefacción y ACS" (Mixed heating and ACS system) section, the following details are visible:

- Nombre:** Calefacción y ACS
- Zona:** Edificio Objeto
- Características:**
 - Tipo de generador: Caldera Estándar
 - Tipo de combustible: Gas Natural
- Demanda cubierta (Covered Demand):**

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	104.0	104.0
Porcentaje (%)	100	100
- Rendimiento medio estacional (Seasonal Efficiency):**
 - Rendimiento estacional: Estimado según Instalación
 - Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): 61.8 %
 - Potencia nominal: 24.0 kW
 - Carga media real bomb: 0.2
 - Rendimiento de combustión: 90.0 %
 - Aislamiento de la caldera: Antigua con mal aislamiento
- Con Acumulación

Buttons at the bottom include "Añadir", "Modificar", "Borrar", and "Vista clásica".

Ilustración 22. Especificaciones técnicas equipo calefaccion y ACS

2.5.4 Resultado análisis energético condiciones de diseño

Una vez introducidos en el programa CE3X todos los parámetros de la vivienda se obtiene la calificación energética final en su estado de diseño. Se obtiene en este caso una calificación de tipo F con 86.1kgCO²/m². Dicha certificación completa se puede revisar en el Anexo A.

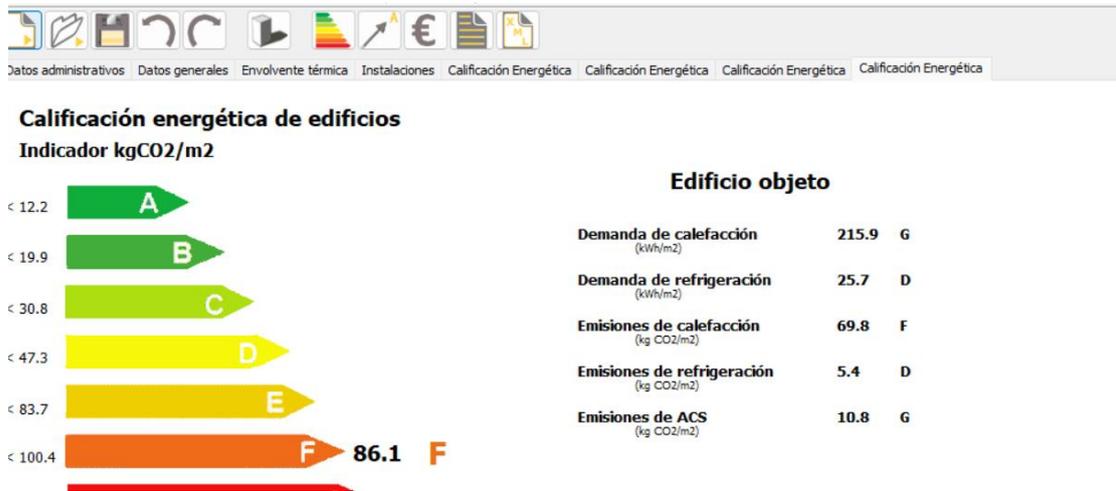


Ilustración 23. Calificación energética en estado de diseño

Como se puede apreciar en la Ilustración 23, de cara a las mejoras a implantar es imprescindible mejorar los cerramientos del edificio y las ventanas de las fachas de cara a reducir la demanda tanto de calefacción como de refrigeración.

3. Opciones de mejoras energéticas a aplicar

Tras el primer análisis de eficiencia energética del edificio se ha obtenido una calificación bastante baja de la vivienda por lo que la capacidad de mejoras a realizar es muy alta. Para el desarrollo de las mejoras se utilizará de nuevo el mismo programa haciendo diversas modificaciones tanto a nivel de los cerramientos como a nivel de las instalaciones.

3.1 Mejora de las ventanas

Las mayores pérdidas de energía de una vivienda se dan a través de las ventanas y de la propia fachada, por lo que la primera mejora a aplicar es la instalación de doble ventana con un marco de PVC con dos cámaras disminuyendo la pérdida de energía por éstas, así como la aplicación de dispositivos de protección solar en las ventanas de la cara suroeste. En este caso se utilizará el retranqueo para conseguir que se produzca una sombra sobre las ventanas con una profundidad de 30 cm.

Se realizará un aislamiento térmico con lana de roca en la cajeta de las persianas, así como alrededor de la instalación de éstas y de las propias ventanas para reducir las pérdidas en ese punto, por lo que se ha de modificar en el CE3X el apartado de puente térmico “caja de persiana” y “Contorno de hueco”.

Con dichos cambios se obtiene una reducción en el indicador de emisiones de casi tres puntos pasando de 86,1 kgCO₂/m² a 83,3 kgCO₂/m², consiguiendo aumentar a una certificación a un tipo E. Además, se consigue una reducción de la demanda de calefacción de la vivienda a 210,1 kWh/m².

Sara Medina



Ilustración 24. Calificación con cambio de ventanas

3.2 Modificación de los cerramientos de la fachada

Una mejora esencial para aplicar cuando se quiere mejorar la eficiencia energética de una vivienda que tiene, en este caso, 28 años es modificar la estructura de su envolvente añadiendo ciertos materiales que no se utilizaban con el uso de la anterior normativa y empleando las disposiciones actuales del CTE.

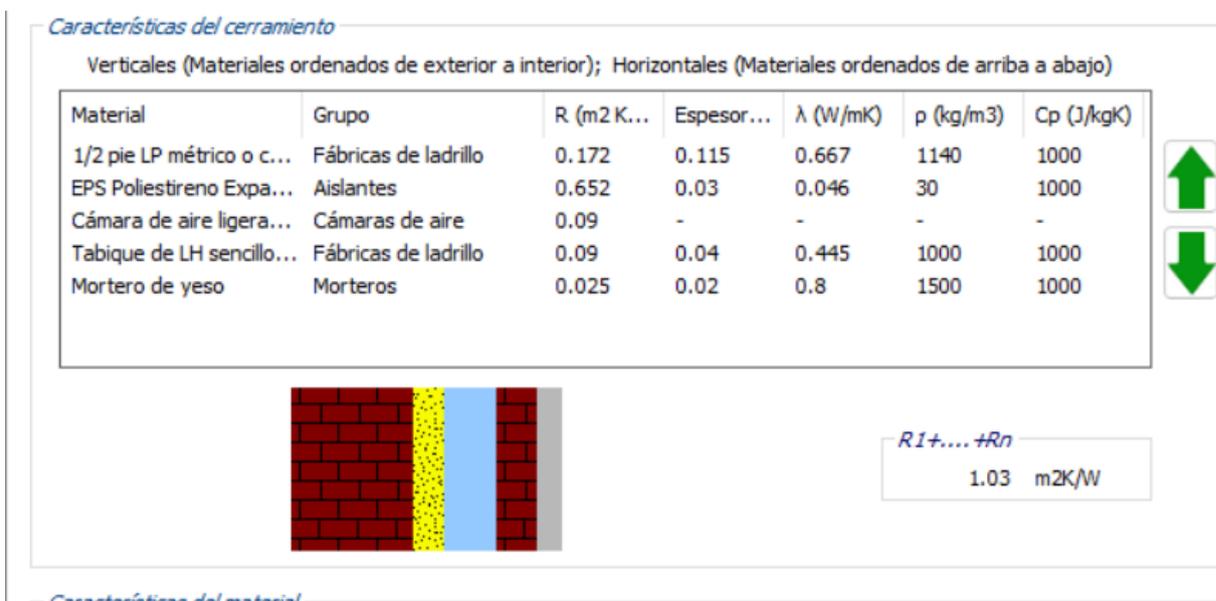


Ilustración 25. Materiales de fachada tras mejora

En este caso modificaremos la estructura de la fachada aumentando el espesor del aislante de poliestireno de 0.02m a 0.03m. Tras el aislante, se creará una cámara de aire ligeramente ventilada de 5 cm de espesor seguido por un tabique de ladrillo hueco sencillo de 0.04 m de espesor. Se finalizará con una capa de mortero de yeso de 0.02 m de espesor.

La realización de estas mejoras en la envolvente de la vivienda conlleva un alto coste y un aumento de los trabajos de reforma, además de que se reducirían unos centímetros de la superficie habitable de la vivienda. Pese a esto, con el cambio de materiales de la envolvente obtenemos una calificación tipo E con una demanda de calefacción de 203.5 kWh/m², lo que supone una reducción de más de 12 unidades respecto al diseño de proyecto.

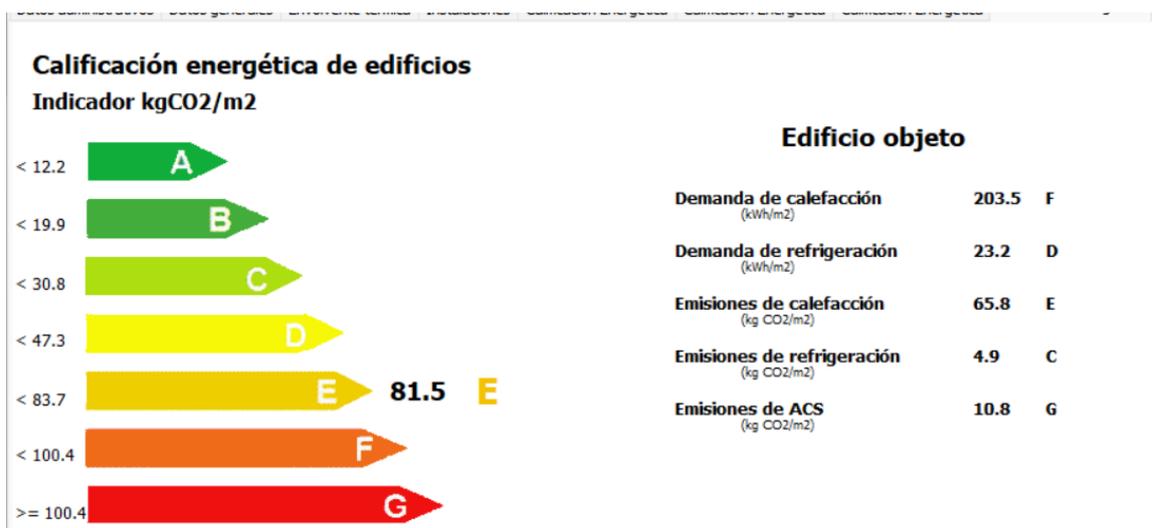


Ilustración 26. Calificación con cambio de cerramientos

3.3 Modificación a caldera de condensación

La primera propuesta aplicar en torno a las instalaciones de la vivienda es modificar la caldera convencional por una caldera de condensación de gas natural y manteniendo los mismos equipos de refrigeración.

La caldera por condensación presenta varias ventajas frente a una caldera convencional [13]:

- Alta eficiencia energética
- Reducción de emisiones contaminantes

Sara Medina

- Mayor facilidad de regulación ante variaciones de demanda
- Permiten un ahorro económico

La nueva caldera de condensación mixta que se propone instalar es de la marca COINTRA y modelo Superlative Plus 34C, tendrá una potencia de 32kW en calefacción y de 34kW para producción de agua caliente sanitaria. Se seguirá utilizando gas natural para no tener que modificar la instalación actual.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Camara de combustión:	Estanca
Potencia térmica útil nominal (50°-30°C)(kW)(pot. max. / pot. min.):	32,5 / 6,9
Rendimiento nominal (80°-60° %)(pot. max. / pot. min.):	106,1 / 107,5
Rendimiento al 30% de la Potencia nominal (%):	109,5
Eficiencia energética calefacción:	
Eficiencia energética A.C.S.:	
Regulación temperatura de calefacción (°C):	30-90
Caudal agua sanitaria ΔT 25°C(l/min):	19,5
Clasificación confort ACS (prEN 13203):	★★★
Tipo de gas:	G.N / G.L.P.
Longitud máx. equivalente – Tubo coaxial Ø60/100 mm (m):	8
Medidas (alto x ancho x fondo)(mm):	700 x 420 x 320
Peso neto (Kg):	32

Ilustración 27. Ficha técnica caldera condensación

Como se observa en la Ilustración 28, la calificación energética mejora un puesto en la escala reduciendo sus emisiones de CO₂ de 86.1 a 80,9kgCO₂/m²

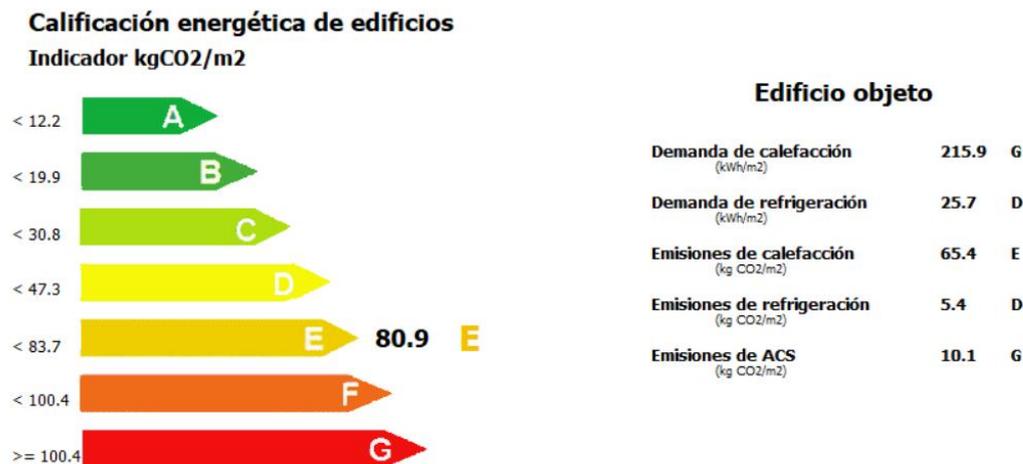


Ilustración 28. Calificación con caldera condensación

3.4 Caldera de biomasa

La segunda propuesta entorno a las instalaciones de la vivienda es modificar la caldera convencional de gas natural por una caldera de biomasa que siga generando calor tanto para calefacción como para ACS, consiguiendo así disminuir el consumo de energía primaria no renovable.

La Especificación Técnica Europea define biomasa como “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”. Las principales fuentes de biomasa utilizadas son:

- Residuos forestales que provengan de podas o limpiezas
- Residuos agrícolas y ganaderas
- Residuos industriales
- Residuos sólidos urbanos

En España, la principal fuente de biomasa es la forestal, pero pese a que las condiciones forestales son bastante buenas, se encuentra a la cola de los países europeos en cuanto al aprovechamiento de recursos forestales para la generación de energía ya sea eléctrica o térmica. Cabe destacar que se ha visto aumentado su uso en los últimos años, sobre todo para calefacción y producción de ACS en el ámbito doméstico. Como única controversia de este tipo de calderas, se encuentra la necesidad de tener un espacio donde almacenar la biomasa, ya sean pellets, astillas etc.

Debido a la necesidad de reducir el uso de los combustibles fósiles y que este tipo de instalación es sencilla para una vivienda y no lleva un coste muy elevado, se está incentivando a través de subvenciones públicas promovidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) para el cambio de calderas de gas por calderas de biomasa. [16]

Uno de los principales beneficios de la caldera de biomasa es que permiten aprovechar la energía térmica de la combustión de los residuos orgánicos para calentar el agua, de forma que aumenta la fracción de la demanda que se cubre con energías renovables o limpias [13].

En esta mejora se propone una caldera de biomasa que utiliza pellets como biocombustible de la marca MCZ y modelo SELECTA 35 cuya potencia calorífica es de 34,1kW, para que sea capaz de cubrir la potencia requerida del complejo de la vivienda. Dicha caldera está equipada con el kit de alta eficiencia y es compacta, lo que la hace perfectamente útil para espacios reducidos y viviendas, con un alto nivel de rendimiento.

SELECTA 35 HQ		
 _{MAX}	kW	31,7
 _{NET}	kW	34,1
	%	92,8
 _{MIN}	kW	7,2
		5
	g/s	17,7
	°C	100
	l	38
	l/min	15 <small>Selecta HQ 35 Selecta HQ 35 ACS</small>
	bar	3
	mm	680x741x1320
	kg	290
	mm	100
	kg	65
	h	9

Ilustración 29. Ficha técnica caldera biomasa

Aplicando únicamente el cambio de la caldera estándar a una caldera de biomasa conseguimos mejorar potencialmente la calificación energética

obteniendo una valoración tipo A con un indicador de 11.2 kgCO₂/m². Como podemos observar en la Ilustración 30, aunque se reducen considerablemente los valores de emisiones de gases no se han modificado las demandas de calefacción o refrigeración por lo que el cambio, solamente, de una caldera de biomasa no sería del todo completo pero sí bastante mejorable.

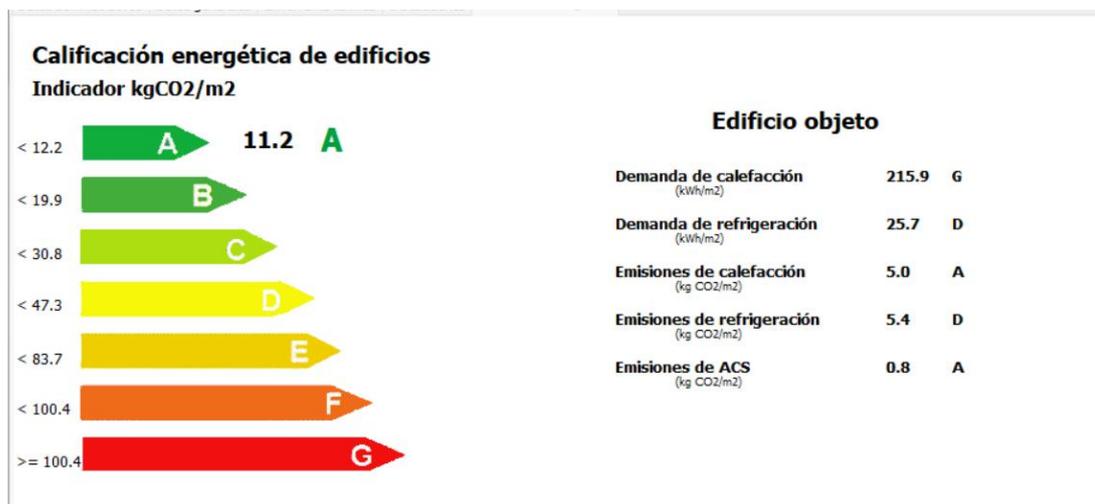


Ilustración 30. Calificación con caldera de biomasa

3.5 Producción de calefacción y refrigeración con bomba de calor

Para intentar evitar el uso de cualquier caldera ya sea de gas natural, propano o biomasa e intentar evitar la quema de cualquier tipo de elemento, se utilizará una bomba de calor de volumen de refrigerante variable con un alto rendimiento, de manera que el mismo equipo produzca calor en invierno y frío en verano. Como la ubicación de la vivienda es dentro de la Comunidad de Madrid no encontraríamos ningún problema de condensaciones en invierno ya que las temperaturas en esta zona de la península ibérica no suelen ser especialmente bajas en invierno. En este caso, para la producción de agua caliente sanitaria se utilizará un termo eléctrico, cuya referencia en CE3X es por el método Joule, con un depósito de 50 litros.

En este caso, se plantea una bomba de calor de la marca Daikin modelo RYYQ14-54T con calefacción continua y potencia calorífica de 40kW lo que nos permite cubrir la demanda de calefacción de toda la vivienda en conjunto. En cuanto a las unidades interiores, se instalarán por todas las dependencias de la vivienda creando un falso techo de pladur donde poder ubicarlas. La distribución de calor o frío se realizará mediante rejillas inteligentes instalando un control en

las lamas de manera que una vez se alcance la temperatura deseada en esa habitación, las lamas de la rejilla se cierran sin tener que involucrar al resto de habitaciones.

Unidad exterior		8	10	12	14	16	18	20			
Límites de capacidad		CV	8	10	12	14	16	18	20		
Capacidad de refrigeración Nom.		kW	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,0	56,0		
Capacidad de calefacción Nom. / Máx.		kW	22,4 / 25,0	28,0 / 31,5	33,5 / 37,5	40,0 / 45,0	45,0 / 50,0	50,0 / 56,0	56,0 / 63,0		
Consumo: 50 Hz	Refrigeración	Nom.	5,21	7,29	8,98	11,0	13,0	14,7	18,5		
	Calefacción	Nom.	5,5	7,38	9,10	11,2	12,8	14,4	17,0		
EER			4,30	3,84	3,73	3,64	3,46	3,40	3,03		
ESEER			6,37 (2) / 7,53 (3)	5,67 (2) / 7,20 (3)	5,50 (2) / 6,96 (3)	5,31 (2) / 6,83 (3)	5,05 (2) / 6,50 (3)	4,97 (2) / 6,38 (3)	4,42 (2) / 5,67 (3)		
COP			4,54	4,27	4,12	4,02	3,91	3,89	3,71		
Número máximo de unidades interiores conectables					64 (1)						
Índice de conexión interior	Min.		100	125	150	175	200	225	250		
	Nom.		200	250	300	350	400	450	500		
	Máx.		260	325	390	455	520	585	650		
Dimensiones		Unidad	Altura x Anchura x Longitud: mm			1.685x930x765			1.685x1.240x765		
Peso		Unidad RYYQ/RXYQ/RXYYQ	kg			261 / 187 / 187			268 / 194 / 194		
Ventilador		Caudal de aire	Refrigeración Nom.			m ³ /min			162		
Nivel de potencia sonora		Refrigeración	Nom.			dBA			78		
Nivel de presión sonora		Refrigeración	Nom.			dBA			58		
Límites de funcionamiento	Refrigeración	Min.-máx.	°CBS			-5-43					
	Calefacción	Min.-máx.	°CBH			-20-15,5					
Refrigerante		Tipo				R-410A					
Conexiones de tubería	Líquido	D.E.	mm			9,52					
	Gas	D.E.	mm			19,1			22,2		
Alimentación eléctrica		Fase/Frecuencia/Tensión	Hz/V			3N~ / 50 / 380-415					
Corriente: 50 Hz		Amperios máximos del fusible (MFA)	A			20			25		
						32			40		
									50		

Ilustración 31. Ficha técnica bomba de calor

Como se puede observar en la Ilustración 32, la calificación energética asciende a la letra E y el indicador de emisiones se reduce a 53,7 kgCO₂/m². No es una reducción muy amplia en cuanto a las emisiones de CO₂ si se compara con la obtenida con la caldera de biomasa por lo que, al tener que realizar obra de albañilería para crear un falso techo y la correspondiente pérdida de altura en las habitaciones, se descarta esta versión como mejora.

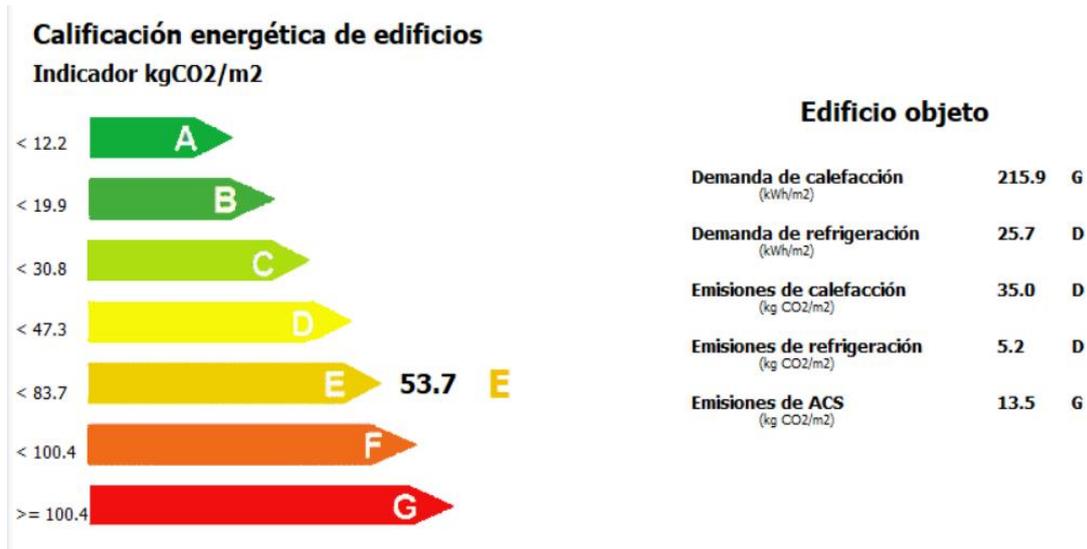


Ilustración 32. Calificación con bomba de calor

3.6 Producción de ACS a partir de captadores solares

Como se ha documentado en el apartado de legislación, desde que entra en vigor el Código técnico de la Edificación es necesario, en caso de realizar una reforma del cómputo completo de las instalaciones de una vivienda, generar una instalación de producción de agua caliente sanitaria a través de captadores solares.

Este tipo de producción es conocida como energía termosolar. Se basa en la captación de la radiación solar, concentrándola en una determinada superficie, en este caso una placa, para calentar un fluido caloportador que después se utilizará para producir energía eléctrica o energía térmica.

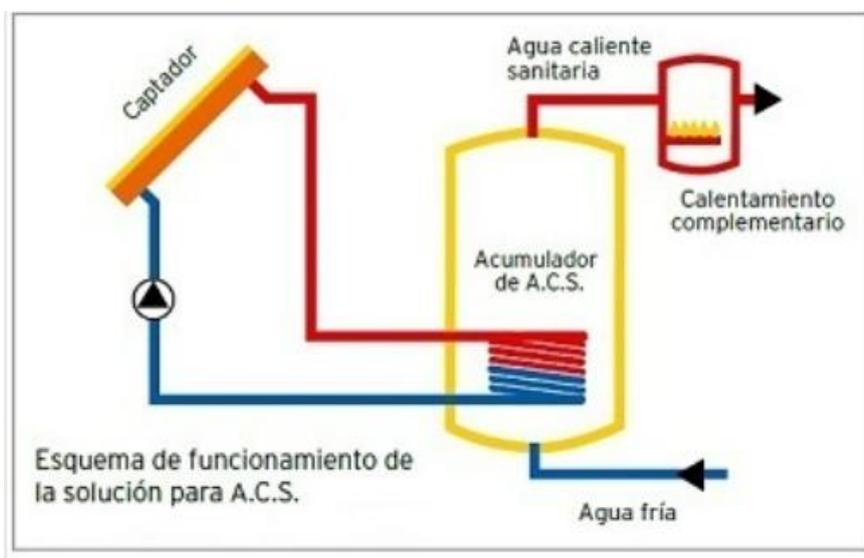


Ilustración 33. Esquema de principio del captador solar

Dichos captadores van a ser dimensionados para el 70% de la demanda de ACS de la vivienda en cuestión que, como se ha calculado en el apartado Descripción de las instalaciones actuales, es de 140 litros al día. El motivo de dicho porcentaje de dimensionado es porque si se dimensiona la instalación para un 100% de la demanda, en la época de invierno tendría que conseguir una demanda de energía de hasta un 110% o incluso más. Además, el Código Técnico establece que una instalación de ACS no puede captar el 100% de su demanda durante más de tres meses por lo que, al estar ubicado en la Comunidad de Madrid, el intervalo de meses de más irradiación solar sería de mayo a septiembre sobrepasando los niveles establecidos en el CTE.

Para esta mejora, debido a que la inversión inicial es económica y tiene una instalación muy sencilla, se utilizará un termosifón solar el cual está formado por un depósito de acumulación oculto y un captador solar plano de la marca FERCOSOL modelo TS150. El calor circula por el captador hasta el depósito de almacenamiento gracias a la diferencia de temperatura, por lo que no es necesaria la instalación de bombas. El captador solar plano tiene en su interior una tubería por la cual circula un fluido que será calentado por la incidencia del sol y el depósito es de 150 litros.

Modelos	TS150	TS200	TS300
Area de absorción (m ²)	1,83	2,33	3,94
Superficie Total(m ²)	1,97	2,48	3,94
Presión Máxima(bar)	8	8	8
Peso en vacío(kg)	104	125	202
Captador	FCS2.0	FCS2.5	2*FCE2.0
Usuarios Invierno	4	5	7
Usuarios Verano	5	6	8
Volumen depósito (L)	145	190	273
Volumen primario (L)	8,6	11,2	15,9
Relación V/A	77,10	79,80	72,60

Ilustración 34. Ficha técnica colector solar

Estableciendo esta primera mejora obtenemos una calificación energética del edificio cuyo valor de las emisiones es de 80,7 kgCO₂/m².

Para apoyar el cambio con los colectores solares, vamos a modificar las instalaciones de refrigeración y calefacción cambiándolas a una bomba de calor de alta eficiencia ya estudiadas en el apartado 3.6. Añadiendo esta modificación al colector solar, se obtiene una calificación energética de letra D provocando una disminución de las emisiones desde 86.1kgCO₂/m²a 44.2 kgCO₂/m².



Ilustración 35. Calificación con captadores y bomba de calor

3.7 Combinación con Calificación E

Una vez conocidas las variaciones que se pueden realizar dentro de una misma vivienda, tanto a nivel de la envolvente de la fachada y sus huecos como de sus instalaciones, se realizarán tres combinaciones distintas para intentar conseguir la letra más alta de la clasificación de eficiencia energética.

La primera combinación será el cambio de las ventanas definidas en el apartado 3.1 seguido de la modificación en la envolvente de la fachada definida en el apartado 3.2. Estas dos modificaciones se van a emplear en todas las combinaciones de mejoras que se van a presentar debido a la importancia de reducir las demandas de calefacción y refrigeración. En cuanto a las instalaciones, se cambiará la caldera estándar inicial por una caldera de condensación de gas natural.

En la Ilustración 36 se puede apreciar cómo se consigue un cambio considerable en la demanda de calefacción pasando de 215.9 KWh/m² a 199.5 KWh/m², una diferencia de más de dieciséis puntos. Al igual que la demanda de refrigeración que se ve disminuida de 25.7 kgCO₂/m² a 19,5 kgCO₂/m², una diferencia de seis puntos. Los datos de esta certificación se pueden revisar en el Anexo C.



3.8 Combinación con Calificación D

En esta segunda combinación, como se ha comentado en el epígrafe anterior, se mantendrán los cambios correspondientes a las ventanas y a los cerramientos de las fachadas. En cuanto a las instalaciones de la vivienda se utilizarán bombas de calor de volumen de refrigerante variable de alta eficiencia

para cubrir la demanda de calefacción y refrigeración. De cara a la producción de agua caliente sanitaria se realizará mediante un termo eléctrico con aporte de calor mediante captadores de energía solar térmica.

Como se aprecia en la Ilustración 37, se mejora la calificación en cuanto a letra de la eficiencia energética disminuyéndose las emisiones desde 86.1 kgCO₂/m² hasta 45,1 kgCO₂/m². Los datos de esta certificación se detallan en el Anexo D.

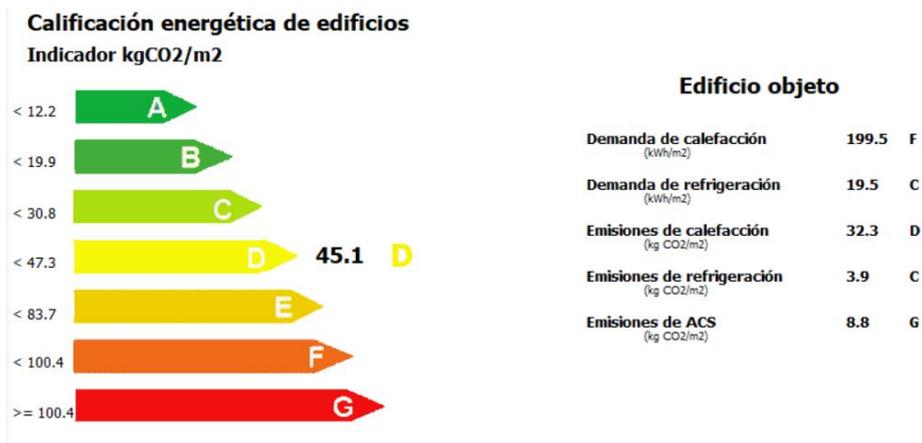


Ilustración 37. Calificación D

3.9 Combinación con Calificación A

La última combinación por realizar y por ende la que muestra mejor eficiencia energética del edificio obteniéndose una letra A, como se puede apreciar en la Ilustración 38 y en el Anexo B.

En cuanto a los cerramientos, se mantienen los cambios en las ventanas y las envolventes de las fachas como en las combinaciones anteriores. De nuevo, el cambio se ve referenciado en las instalaciones de la vivienda.

En este caso se utilizará una caldera de biomasa para la producción de energía con el objetivo de suplir la demanda de calefacción y producción de ACS y una bomba de calor de volumen de refrigerante variable para cumplir con la demanda de refrigeración. Para potenciar el uso de energías renovables y cumplir con las últimas especificaciones incluidas en el Código Técnico sección DBHE, se incluye un sistema de captadores solares con el objetivo de suplir el 70% de la demanda de agua caliente sanitaria. De esta manera los meses más fríos del año se podrá disfrutar de agua caliente sanitaria en la vivienda y de una temperatura de confort óptima para toda la casa distribuida a través de

radiadores instalados en todas las estancias de la vivienda aumentando así el ahorro en la factura de la luz.

En los meses de verano, el colector solar será capaz de generar la suficiente energía durante el día para proporcionar agua caliente y almacenarla en el depósito que se instala. En cuanto al sistema de refrigeración, al haber sido instalado en el año 2018 no se realizarán cambios en los equipos ya que corresponden a un equipo de refrigeración altamente eficiente aunque sí se modificará el año de instalación dentro del CE3x pero no como mejora a realizar en este proyecto.

Se obtiene una mejora considerable de las emisiones de CO² obteniéndose una reducción de más de 74 puntos de kgCO²/m². Además, se consigue unificar dos fuentes de energía renovable por lo que conseguimos una vivienda más respetuosa con el medio ambiente y menos demandante de energía.



Ilustración 38. Calificación tipo A

4. Estudio y viabilidad económica

Una vez realizados los estudios de mejora de cada una de las variantes a introducir y realizar diversas combinaciones entre ellas para conseguir aumentar el valor de la calificación energética y lograr una vivienda más eficazmente sostenible, se llega a la conclusión que la mejor combinación para implementar sería la especificada en el apartado 3.9.

Pero, aunque energéticamente sea la mejora óptima a realizar en la vivienda, se debe de realizar un estudio económico en el que se incluya un presupuesto detallado especificando todas las mediciones a realizar para llevar a cabo dicha modificación. Así como un estudio de viabilidad económica de las medidas propuestas de cara a que se pueda verificar un plazo de recuperación de la inversión razonable. Para realizar una comparación correcta es necesario realizar un presupuesto de la vivienda bajo condiciones de diseño

4.1 Presupuesto de la vivienda en su estado actual

Tras obtener el certificado energético de la vivienda en su estado de diseño, se obtiene que el consumo de energía primaria de calefacción 329,79 kWh/m² lo que corresponde a 34.298,16kWh anuales para toda la superficie de la vivienda, contando con una superficie de 104 m². Para conocer el coste anual de gas que se necesita invertir en la vivienda se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Coste anual} = \frac{\frac{\text{Consumo (kWh)}}{\text{m}^2} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) * \text{Superficie util (m}^2\text{)}}{\text{Capacidad calorífica del gasoil} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{l}} \right)} * \text{Precio gas} \left(\frac{\text{€}}{\text{l}} \right)$$

En cuanto a la capacidad calorífica del gasoil el valor correspondiente es de 9,98 kWh/l [17]. En cambio, el valor del precio del gas depende de la comercializadora que tenga contratada la vivienda y del peaje que corresponda a cada instalación, por lo que se calculará un valor medio considerando cuatro comercializadoras distintas mostradas en la Ilustración 39.

				
Tarifa	Plan Gas Hogar	Tarifa Digital Gas	Gas Y Más	One Gas
RL.1	0.2350 €/kWh	0.1377 €/kWh	0.2149 €/kWh	0.1999 €/kWh
RL.2	0.2430 €/kWh	0.1419 €/kWh	0.2149 €/kWh	0.1973 €/kWh
RL.3	0.2425 €/kWh	0.1418 €/kWh	-	0.1953 €/kWh

Ilustración 39. Precios del Gas en España Abril-Junio 22 fuente:preciogas.com

Por tanto, se considerará una media de precio de 0,1982 €/kWh que al multiplicarlo por la capacidad calorífica del gasoil nos da un precio por litro de 1,97€/l. Conociendo entonces todos los valores de las incógnitas de la ecuación anterior, se calcula el gasto de gasoil tanto para calefacción como para producción de ACS

	Consumo anual/m ²	Superficie útil (m ²)	Consumo anual (kWh)	Precio (€/l)	Coste (€)
Calefacción	329,79	104	34.298,16	1,97	6.770,27 €
ACS	51,13	104	5.317,52	1,97	1.049,65 €
Total					7.819,92 €

Tabla 3. Coste anual de gas

En cuanto a los consumos de luz, no es necesario calcular el gasto actual que consumen los equipos de aire acondicionado ya que, como se comenta anteriormente, se seguirán manteniendo debido a que su instalación es relativamente nueva y no suponen grandes cambios en la clasificación energética, por lo que se puede ampliar su vida útil unos años más.

4.2 Presupuesto de la mejora escogida

Para evaluar económicamente la validez de la mejora de la propuesta escogida se ha de realizar principalmente un presupuesto de dicha mejora. En este presupuesto, se expresarán valores tanto de los equipos y materiales a utilizar como de la mano de obra. En este caso, para el coste de la mano de obra se han estimado las horas que conlleva cada uno de los trabajos a realizar y se ha tenido en cuenta un valor de mano de obra de 17€ cada hora de trabajo.

Presupuesto de mejora para calificación energética tipo A				
Código	Nombre de la partida	Medición	Precio unitario (€)	Precio total (€)
1. Modificación en el revestimiento de la fachada				
1.1	Placa de poliestireno expandido de 3 cm de espesor	155,61 m ²	2,05	319,01
1.2	Ladrillo hueco sencillo	155,61 m ²	8,21	1.277,55
1.3	Mortero de yeso	155,61 m ²	2,04	317,45
1.4	Pequeño material (adhesivo, tacos, cinta para sellados)	1	4% del coste	76,56
1.5	Pintura de interiores transpirable	155,61	12,97	2.018,26
1.6	Picado de revestimiento interior	155,61	31,11	4.841,02
1.7	Mano de obra	40	17,00	680,00
Total capítulo 1				9.529,85€
2. Modificación en las ventanas de fachada				
2.1	Ventana PVC marco blanco con doble vidrio de dimensiones 1x1 m ²	3,00	1.038,00	3.157,00
2.2	Ventana PVC marco blanco con doble vidrio de dimensiones 0.8x0.7 m ²	1,00	897,00	897,00

2.3	Ventana PVC marco blanco con doble vidrio de dimensiones 1.5x1 m2	7,00	1.298,00	9.086,00
2.4	Mano de obra	18,00	17	306,00
Total capítulo 2				13.752,00
3. Cambio de las instalaciones de la vivienda				
3.1	Caldera de pellets MCZ Selecta 35 de 34.1 kw	1	7.719,00	7.719,00
3.2	Termosifón de captador plano y depósito oculto, de elevada producción gracias a la alta eficiencia y rendimiento de colectores selectivos. Interacumulador vitrificado. Válido para cubierta plana e inclinada con depósito de 200 litros.	1,00	1.109,00	1.109,00
3.3	Mano de obra	16	17,00	217,00
Total capítulo 3				9.100,00
Coste total de la mejora				32.381,85 €

Tabla 4. Presupuesto de la mejora a implantar

4.3 Valoración técnico-económica

Una vez conocido el presupuesto final que conllevaría la reforma de la vivienda, se realizará un estudio económico para comprobar el gasto con la vivienda en su estado inicial. Para ello se debe obtener el valor de los ingresos que se producirían al realizar la reforma. Realmente, este valor no son ingresos como tal sino la reducción del gasto en combustible que se generará al modificar la envolvente y el sistema de calefacción de la vivienda.

Por tanto, del mismo modo que se realizó en el apartado 4.1 para la vivienda en su estado de diseño, se han de calcular los consumos de calefacción y agua

caliente sanitaria teniendo en cuenta esta vez que se utilizará una caldera de biomasa y un captador solar para la producción de ACS.

Observando el anexo B que corresponde a la certificación energética de la vivienda tras la reforma se obtiene un consumo anual de energía primaria de calefacción de 26,75 kWh/m²año y de 1,07 kWh/m²año para agua caliente sanitaria. Según la fórmula siguiente y teniendo en cuenta los valores de densidad y poder calorífico de los pellets mostrados en la Tabla 5, se obtendrá el gasto anual necesario para cumplir con la demanda de calefacción y ACS

$$\text{Coste anual} = \frac{\frac{\text{Consumo (kWh)}}{\text{m}^2} * \text{Superficie util (m}^2)}{\text{Capacidad calorífica del gasoil } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{l}}\right)} * \text{Precio gas } \left(\frac{\text{€}}{\text{l}}\right)$$

Datos generales de la biomasa	
Poder calorífico en kg	4,8 kWh/kg
Precio del kg	0,95 €/kg

Tabla 5. Datos generales de los pellets

	Consumo anual/m ²	Superficie útil (m ²)	Consumo anual (kWh)	Precio (€/kg)	Coste (€)
Calefacción	26,75	104	2.782,00	0,95	550,60 €
ACS	1,07	104	111,29	0,95	22,02 €
Total					572,62 €

Tabla 6. Consumos anuales tras la mejora

Por tanto, si comparamos la Tabla 4 con la Tabla 6, se observa que se reduce el gasto de combustible de casi 8.000 euros a 600 euros anuales lo que supone una rebaja de más del 90% teniendo en cuenta los precios actuales de mercado del gas natural y de la biomasa tipo pellets. El "ingreso" del primer año tras la realización de la reforma sería de 7.247,3 €, pero es necesario contabilizar el valor de los ingresos para el resto de la vida útil del proyecto que se tasa en diez años.

Para calcular el valor del ingreso del resto de años se utilizará la fórmula del valor actual:

$$C_n = C_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

C_n corresponde al valor del ingreso en el año de estudio

C_0 corresponde al valor del ingreso en el año 0. En este caso 7.247,3 euros

r es el interés anual. En este caso, se tomarán las predicciones de inflación del Banco Central Europeo para la zona Euro durante los tres próximos años (8,4%, 6,9% y 2,7%) Para los años restantes hasta cumplir $n=20$, se tomará un valor de inflación anual del 2%. Este supuesto responde al mandato del Banco Central Europeo de mantener la inflación en dicho entorno, por lo que se considera un supuesto razonable. [18]

n es el año para el que se calcula el valor del ingreso

En la Tabla 7 se puede observar valor del ingreso por cada año de vida del proyecto actualizado según el índice de precios del consumo.

Año	Ingreso	Año	Ingreso
0	7.247,3	11	9.011,10
1	7.856,00	12	9.191,33
2	8.281,93	13	9.375,155
3	7.850,32	14	9.562,65
4	7.844,71	15	9.753,911
5	8.001,60	16	9.948,99
6	8.161,64	17	10.147,97
7	8.324,87	18	10.350,93
8	8.491,37	19	10.557,95
9	8.661,20	20	10.769,10
10	8.834,41		

Tabla 7. Valores de ingreso actualizados

Una vez conocidos los valores actualizados de los ingresos anuales, el siguiente paso para calcular la validez de la reforma es calcular los flujos de caja

actualizados que son en realidad la cantidad neta ingresada anualmente. Se tomarán como gastos de la instalación el mantenimiento y el seguro de ésta, obteniéndose un valor de 1.000€ anuales.

Año	Ingreso	Flujo de caja (Ci)	Año	Ingreso	Flujo de caja (Ci)
0	7.247,3	6.247,30	11	9.011,10	8.011,10
1	7.856,00	6.856,00	12	9.191,33	8.191,33
2	8.281,93	7.281,93	13	9.375,155	8.375,16
3	7.850,32	6.850,32	14	9.562,65	8.562,65
4	7.844,71	6.844,71	15	9.753,911	8.753,91
5	8.001,60	7.001,60	16	9.948,99	8.948,99
6	8.161,64	7.161,64	17	10.147,97	9.147,97
7	8.324,87	7.324,87	18	10.350,93	9.350,93
8	8.491,37	7.491,37	19	10.557,95	9.557,95
9	8.661,20	7.661,20	20	10.769,10	9.769,10
10	8.834,41	7.834,41			

Tabla 8. Valores actualizados del flujo de caja

Con los valores actualizados de los flujos de caja a nivel anual se puede calcular el Valor Actualizado Neto (VAN), que es un parámetro indicativo del valor del proyecto una vez se finaliza la vida útil de éste, obteniendo así un estudio de viabilidad de la reforma. Para calcular el valor del VAN se ha de restar, a la inversión inicial, el valor de los flujos de caja acumulados anualmente y rectificadas con la Tasa de Descuento (TD).

La TD se calcula a partir de la inflación con la siguiente fórmula $TD = \frac{i}{(1+i)}$, por lo que para este proyecto adquirirá un valor de 7,74%, 6,45% y 2,62% para los tres primeros años respectivamente y un valor de 1,96% para el resto de años.

Se procede por tanto a calcular el VAN anual según la siguiente fórmula:

$$VAN = -C_{inicial} + \sum_i^n \frac{C_i}{(1 + TD)^i}$$

El valor del VAN puede tomar tres cifras distintas: positiva, negativa o nula.

- VAN positivo: significa que el valor de los flujos producidos al terminar la vida de la instalación es mayor a la inversión inicial realizada, por lo que la inversión es apropiada
- VAN negativo: exactamente lo contrario, los flujos producidos a lo largo de los años no compensan la inversión inicial.
- VAN nulo: es un caso especial en el que ambas cantidades son iguales por lo que no se aprecian ganancias ni pérdidas. En caso de obtener este tipo de VAN sería necesario estudiar otros criterios del proyecto,

En el caso de estudio, para una viabilidad del proyecto de veinte años se obtiene un valor del VAN correspondiente a 97.023,876, por lo que la inversión resulta viable.

Como se puede observar en la Ilustración 40, la inversión inicial realizada comienza a ser viable económicamente a partir del sexto año y el VAN continúa aumentando de forma lineal el resto de años de vida del proyecto.

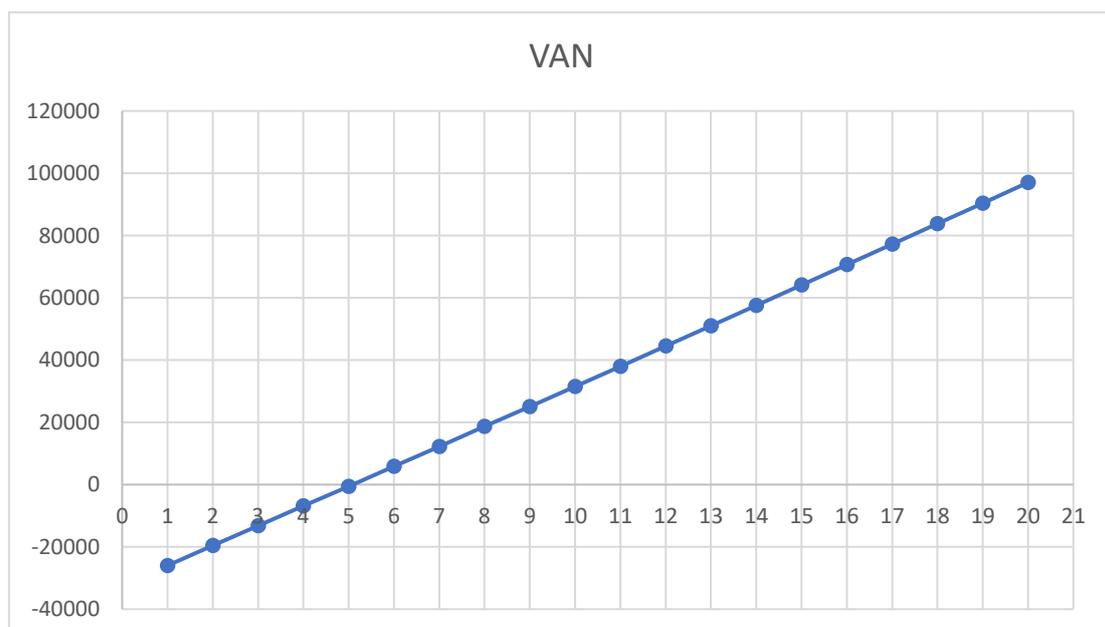


Ilustración 40. Valores anuales del VAN

En resumen, el proyecto en estudio tiene las siguientes características:

Duración del proyecto	25 años
Inversión inicial	32381,85 €
VAN	97023,87 €
Payback	6 años

Tabla 9. Resumen de la rentabilidad

5. Conclusiones

Tras la finalización de este estudio, se puede concluir en primer lugar que resulta relativamente sencillo mejorar la eficiencia energética de viviendas cuya construcción tiene más de veinte años. Esto se debe a que, si bien el presupuesto de los cambios en torno a la envolvente del edificio es bastante elevado (al requerir de una modificación de las fachadas de la vivienda), el impacto que produce sobre la demanda de calefacción y refrigeración es, también, muy elevado, llegando incluso a reducirla.

En esta misma línea, y como una de las principales externalidades negativas identificadas en el proyecto, debe señalarse que el principal inconveniente de la modificación de la envolvente es la disminución de metros cuadrados en la superficie habitable de la vivienda, además de las molestias que supone realizar una obra de ese calado con la vivienda ocupada.

En lo que respecta a las instalaciones, cabe destacar en qué medida las emisiones son uno de los principales puntos de penalización a la hora de obtener la calificación energética. De esta manera, en cuanto se modifica la caldera convencional de gas natural por una caldera de condensación, cuyo rendimiento es más alto, disminuyen las emisiones de CO₂. Del mismo modo, al introducir una caldera de biomasa, se incrementa incluso la mejora de la eficiencia con respecto a la caldera de condensación. Esto se debe a que las calderas de biomasa permiten aprovechar la energía térmica de la combustión de residuos orgánicos para calentar agua, consiguiendo así cubrir la demanda de producción de agua caliente sanitaria a través de energías renovables. Además, las calderas de biomasa se consideran de emisiones neutras para el cálculo del certificado energético, de ahí la gran diferencia en cuanto se modifica la instalación de calefacción en el programa CE3x.

No obstante, uno de los problemas que presentan las calderas de biomasa es la necesidad de tener un espacio disponible para almacenar los pellets o el tipo de biomasa que se utilice, pero teniendo en cuenta que la vivienda de estudio es unifamiliar y con una superficie de terreno bastante amplia no se contempla como un problema potencial.

Por tanto, se considera de vital importancia realizar la reforma de la vivienda, tanto de su envolvente como de sus instalaciones, si se pretende mantener la ocupación durante, al menos, veinte años más.

6. Bibliografía

- [1] «Idealista,» 19 octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2021/09/21/792446-el-parque-de-viviendas-envejece-una-de-cada-dos-casas-tiene-mas-de-40-anos>.
- [2] «Codigo Técnico,» 2 septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.codigotecnico.org/QueEsCTE/EstructuraYContenidos.html>.
- [3] *Código técnico de la Edificación*, 2022.
- [4] R. E. Española, «El sistema eléctrico español - año 2021,» 2021.
- [5] «Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020,» 2015. [En línea]. Available: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:2001_8#:~:text=Paquete%20de%20medidas%20sobre%20clima%20y%20energ%C3%ADa%20hasta%202020&text=20%20%25%20de%20reducci%C3%B3n%20de%20las,%2C%20biomasa%2C%20etc.\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:2001_8#:~:text=Paquete%20de%20medidas%20sobre%20clima%20y%20energ%C3%ADa%20hasta%202020&text=20%20%25%20de%20reducci%C3%B3n%20de%20las,%2C%20biomasa%2C%20etc.)).
- [6] «Paquete de energía y cambio climático,» [En línea]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>.
- [7] «Inarquía,» 28 08 2022. [En línea]. Available: <https://inarquia.es/que-es-calificacion-energetica-vivienda/>.
- [8] «Capitol-elec,» [En línea]. Available: <http://www.capitol-elec.dx.am/RTO/RCAS/IT04.HTM>.
- [9] L. 8/2013, «Boletín oficial del Estado,» [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-6938>.
- [10] P. A. Prieto, «Interempresas.net,» 2 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Instaladores/Articulos/194349-1967-2017-Cincuenta-anos-eficiencia-energetica-edificacion-sus-instalaciones-termicas.html>. [Último acceso: 09 septiembre 2022].
- [11] G. d. España, «Boletín Oficial del Estado,» [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-21567>.
- [12] B. O. d. Estado, «Directiva 92/42/CEE,» [En línea]. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-80891>.

- [13] Apuntes de la asignatura de Eficiencia Energética del Master en Ingeniería Industrial, Madrid: Universidad Europea, 2021.
- [14] «RD 732/2019 CTE,» [En línea]. Available: https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Conceptos_basicos_RD_732_2019_DBHE.pdf.
- [15] «CONSTRUMÁTICA,» 7 mayo 2008. [En línea]. Available: https://www.construmatica.com/construpedia/NBE_CT_79:_Condiciones_T%C3%A9rmicas_en_los_Edificios. [Último acceso: junio 2022].
- [16] «IDAE,» [En línea]. Available: <https://www.idae.es/conozcanos/proyectos-de-excelencia/programas-de-ayudas-termicas-biomcasa-ii-y-git-biomasa>.
- [17] «Clickgasoil,» [En línea]. Available: [https://www.clickgasoil.com/blog/cual-es-el-poder-calorifico-del-gasoil-calefaccion#:~:text=En%20el%20caso%20del%20gas%C3%B3leo,PCS%20\(Poder%20Calor%C3%ADfico%20Superior\)..](https://www.clickgasoil.com/blog/cual-es-el-poder-calorifico-del-gasoil-calefaccion#:~:text=En%20el%20caso%20del%20gas%C3%B3leo,PCS%20(Poder%20Calor%C3%ADfico%20Superior)..)
- [18] «HERALDO,» 8 septiembre 2022. [En línea]. Available: [https://www.heraldo.es/noticias/economia/2022/09/08/bce-prevision-inflacion-eurozona-2022-1598403.html#:~:text=El%20Banco%20Central%20Europeo%20\(BCE,%25%20\(dos%20d%C3%A9cimas%20m%C3%A1s\)..](https://www.heraldo.es/noticias/economia/2022/09/08/bce-prevision-inflacion-eurozona-2022-1598403.html#:~:text=El%20Banco%20Central%20Europeo%20(BCE,%25%20(dos%20d%C3%A9cimas%20m%C3%A1s)..)
- [19] «IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía,» [En línea]. Available: <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/estudios-informes-y-estadisticas>.
- [20] «Certific,» [En línea]. Available: <https://certific.es/como-conseguir-la-etiqueta-energetica-de-una-vivienda.html>.
- [21] «Red Eléctrica de España,» [En línea]. Available: <https://www.ree.es/es/datos/demanda>.

9. Anexos

ANEXO A: Certificación de la vivienda en estado de diseño

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar en Velilla		
Dirección	Calle de los Girasoles 13		
Municipio	Velilla de San Antonio	Código Postal	28891
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
Zona climática	D3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8795918VK5689N00011G		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Sara Medina	NIF(NIE)	71028226V
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	.		
Municipio	.	Código Postal	.
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	.	Teléfono	.
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<ul style="list-style-type: none"> < 54.2 A 54.2-87.8 B 87.8-136.1 C 136.1-209.3 D 209.3-375.6 E 375.6-473.2 F ≥ 473.2 G 	<ul style="list-style-type: none"> < 12.2 A 12.2-19.9 B 19.9-30.8 C 30.8-47.3 D 47.3-83.7 E 83.7-100.4 F ≥ 100.4 G
412.9 F	86.1 F

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: 04/06/2022

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

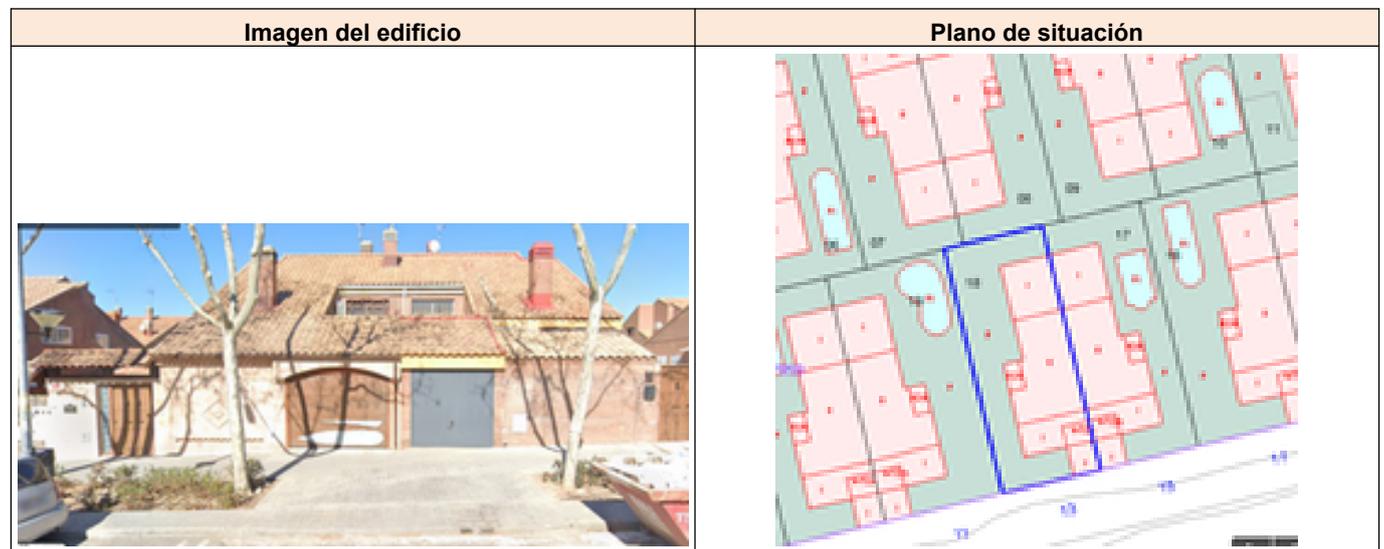
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	104.0
---	-------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	104.0	0.90	Por defecto
Medianería	Fachada	129.0	0.00	
Muro de fachada Noroeste	Fachada	27.62	1.09	Conocidas
Muro de fachada Noroeste pequeña	Fachada	10.54	1.09	Conocidas
Muro de fachada oeste 1	Fachada	71.2	1.09	Conocidas
Muro de fachada oeste 2	Fachada	33.69	1.09	Conocidas
Muro de fachada suroeste	Fachada	39.84	1.09	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	104.0	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas salon	Hueco	4.5	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas despacho	Hueco	1.5	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio	Hueco	1.5	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 2	Hueco	2.0	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 3	Hueco	3.0	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas entrada	Hueco	0.56	5.70	0.70	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio ppal	Hueco	1.0	5.70	0.70	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	34.0	77.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		157.5	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	34.0	77.9	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	86.1 F		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	F	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	G
	69.84		10.83	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	D	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	-
	5.41		-	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	5.41	562.63
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	80.67	8389.30

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			
	412.9 F		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	F	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	G
	329.79		51.13	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	E	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	-
	31.94		-	

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		
		215.9 G	25.7 D
		<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

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

Apartado no definido

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	04/06/2022
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Anexo B: Certificación de la vivienda con calificación A

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar en Velilla		
Dirección	Calle de los Girasoles 13		
Municipio	Velilla de San Antonio	Código Postal	28891
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
Zona climática	D3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8795918VK5689N00011G		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Sara Medina	NIF(NIE)	71028226V
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	.		
Municipio	.	Código Postal	.
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	.	Teléfono	.
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<ul style="list-style-type: none"> < 54.2 A 54.2-87.8 B 87.8-136.1 C 136.1-209.3 D 209.3-375.6 E 375.6-473.2 F ≥ 473.2 G 	<ul style="list-style-type: none"> < 12.2 A 12.2-19.9 B 19.9-30.8 C 30.8-47.3 D 47.3-83.7 E 83.7-100.4 F ≥ 100.4 G
← 52.0 A	← 10.0 A

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: 04/06/2022

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	104.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	104.0	0.90	Por defecto
Medianería	Fachada	129.0	0.00	
Muro de fachada Noroeste	Fachada	27.62	0.83	Conocidas
Muro de fachada Noroeste pequeña	Fachada	10.54	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 1	Fachada	71.2	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 2	Fachada	33.69	0.83	Conocidas
Muro de fachada suroeste	Fachada	39.84	0.83	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	104.0	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas salon	Hueco	4.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas despacho	Hueco	1.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio	Hueco	1.5	2.81	0.31	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 2	Hueco	2.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 3	Hueco	3.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas entrada	Hueco	0.56	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio ppal	Hueco	1.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	34.0	63.4	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		157.5	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	34.0	63.4	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	ACS				

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Contribuciones energéticas	-	-	70.0	-
TOTAL	-	-	70.0	-

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</i>	A	<i>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</i>	A
		5.66		0.23	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</i>	C	<i>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</i>	-		
4.09		-			
<i>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</i>					

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

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	4.09	425.40
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	5.89	612.61

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	A	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	A
		26.75		1.07	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	D	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	-		
24.15		-			
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>					

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN					
				<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>	

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

Apartado no definido

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	04/06/2022
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

ANEXO C: Certificación de la vivienda con calificación E

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar en Velilla		
Dirección	Calle de los Girasoles 13		
Municipio	Velilla de San Antonio	Código Postal	28891
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
Zona climática	D3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8795918VK5689N00011G		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Sara Medina	NIF(NIE)	71028226V
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	.		
Municipio	.	Código Postal	.
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	.	Teléfono	.
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<ul style="list-style-type: none"> < 54.2 A 54.2-87.8 B 87.8-136.1 C 136.1-209.3 D 209.3-375.6 E 375.6-473.2 F ≥ 473.2 G 	<ul style="list-style-type: none"> < 12.2 A 12.2-19.9 B 19.9-30.8 C 30.8-47.3 D 47.3-83.7 E 83.7-100.4 F ≥ 100.4 G
357.4 E	74.7 E

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: 04/06/2022

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

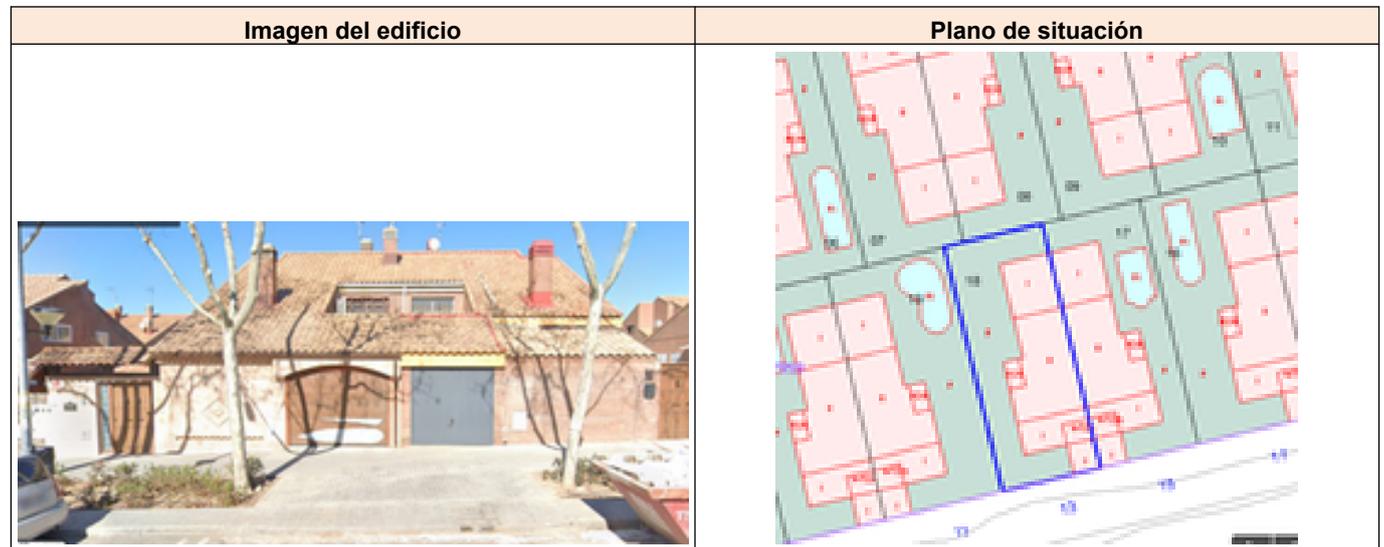
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	104.0
---	-------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	104.0	0.90	Por defecto
Medianería	Fachada	129.0	0.00	
Muro de fachada Noroeste	Fachada	27.62	0.83	Conocidas
Muro de fachada Noroeste pequeña	Fachada	10.54	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 1	Fachada	71.2	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 2	Fachada	33.69	0.83	Conocidas
Muro de fachada suroeste	Fachada	39.84	0.83	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	104.0	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas salon	Hueco	4.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas despacho	Hueco	1.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio	Hueco	1.5	2.81	0.31	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 2	Hueco	2.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 3	Hueco	3.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas entrada	Hueco	0.56	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio ppal	Hueco	1.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	34.0	83.2	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		157.5	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

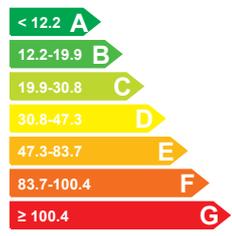
Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	34.0	83.2	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

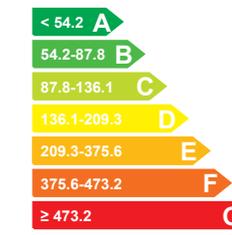
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	74.7 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	G
		60.43		10.14	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	C	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	-
		4.09		-	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	4.09	425.40
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	70.57	7338.93

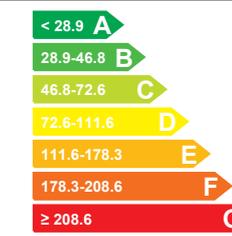
2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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				
	357.4 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	G
		285.36		47.88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	D	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	-
		24.15		-	

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
	
199.5 F	19.5 C
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

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

Apartado no definido

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	04/06/2022
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Anexo D: Certificación de la vivienda con calificación E

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar en Velilla		
Dirección	Calle de los Girasoles 13		
Municipio	Velilla de San Antonio	Código Postal	28891
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
Zona climática	D3	Año construcción	1994
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8795918VK5689N00011G		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Sara Medina	NIF(NIE)	71028226V
Razón social	.	NIF	.
Domicilio	.		
Municipio	.	Código Postal	.
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	.	Teléfono	.
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<ul style="list-style-type: none"> < 54.2 A 54.2-87.8 B 87.8-136.1 C 136.1-209.3 D 209.3-375.6 E 375.6-473.2 F ≥ 473.2 G 	<ul style="list-style-type: none"> < 12.2 A 12.2-19.9 B 19.9-30.8 C 30.8-47.3 D 47.3-83.7 E 83.7-100.4 F ≥ 100.4 G
266.0 E	45.1 D

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: 04/06/2022

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

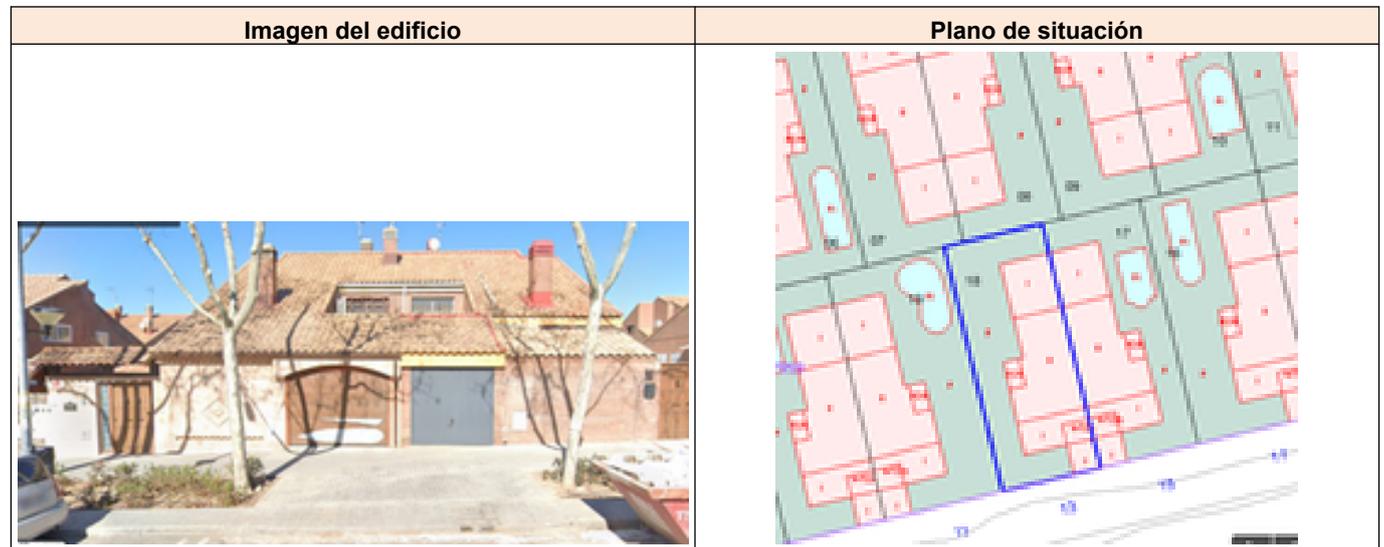
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	104.0
---	-------



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	104.0	0.90	Por defecto
Medianería	Fachada	129.0	0.00	
Muro de fachada Noroeste	Fachada	27.62	0.83	Conocidas
Muro de fachada Noroeste pequeña	Fachada	10.54	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 1	Fachada	71.2	0.83	Conocidas
Muro de fachada oeste 2	Fachada	33.69	0.83	Conocidas
Muro de fachada suroeste	Fachada	39.84	0.83	Conocidas
Suelo con terreno	Suelo	104.0	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventanas salon	Hueco	4.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas despacho	Hueco	1.5	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio	Hueco	1.5	2.81	0.31	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 2	Hueco	2.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio 3	Hueco	3.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas entrada	Hueco	0.56	2.57	0.55	Conocido	Conocido
Ventanas dormitorio ppal	Hueco	1.0	2.57	0.55	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		204.3	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		163.3	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	45.1 D		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO ₂ /m ² año]	D	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO ₂ /m ² año]	G
	32.32		8.79	
			REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
<i>Emisiones globales</i> [kgCO ₂ /m ² año]	<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO ₂ /m ² año]	C	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO ₂ /m ² año]	-
	3.95		-	

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

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	45.06	4686.24
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	0.00	0.00

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

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	266.0 E		CALEFACCIÓN	ACS
	<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m ² año]	E	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m ² año]	G
	190.82		51.90	
			REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m ² año]	<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m ² año]	D	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m ² año]	-
	23.29		-	

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
199.5 F	19.5 C
<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m ² año]	<i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m ² año]

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

Apartado no definido

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	04/06/2022
---	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
