

# Estudio y análisis de la certificación energética aplicada a una vivienda



Claudia Santos Beyebach



ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES



Universidad de Valladolid





**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

## **Estudio y análisis de la certificación energética aplicada a una vivienda**

### **Autor:**

Santos Beyebach, Claudia

### **Tutores:**

Rey Martínez, Francisco Javier

Rey Hernández, Javier María

Dpto. de Ingeniería Energética y Fluidomecánica

Área de Máquinas y Motores térmicos

Valladolid, Septiembre 2025





## RESUMEN

Este proyecto trata de visibilizar la importancia de la eficiencia energética, con el fin de reducir el impacto que tiene la sociedad sobre la evolución del cambio climático. Para ello, se explica la situación energética de los diferentes sectores, haciendo especial hincapié sobre el sector edificación, tanto en España como en Europa y se explican las normativas relacionadas.

También se realiza el certificado energético de una vivienda unifamiliar situada en Gijón (Asturias) mediante el programa CE3X, así como un análisis de los resultados y una propuesta de mejoras para elevar la calificación.

Por último, se analiza el impacto que tiene el diseño de una vivienda en su eficiencia energética, explicando la evolución de las casas y los factores clave que influyen en su eficiencia.

## PALABRAS CLAVE

Certificación energética | Eficiencia energética | Fuentes de energía |  
| Calentamiento global | CE3X |

## ABSTRACT

This project aims to highlight the importance of energy efficiency in order to reduce society's impact on climate change. To this end, it explains the energy situation in different sectors, with particular emphasis on the building sector, both in Spain and in Europe, and explains the relevant regulations.

It also includes the energy certification of a single-family home located in Gijón (Asturias) using the CE3X program, as well as an analysis of the results and a proposal for improvements to raise the rating.

Finally, it analyzes the impact that the design of a home has on its energy efficiency, explaining the evolution of houses and the key factors that influence their efficiency.

## KEY WORDS

Energy certification | Energy efficiency | Energy sources |  
| Global warming | CE3X |



A mis padres, por apoyarme y ayudarme siempre.  
A mis amigos, por acompañarme durante estos años.  
A Eva, por hacerme el camino más ameno.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

|          |                                                                    |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1.       | Presentación del proyecto .....                                    | 17 |
| 1.1.     | Introducción .....                                                 | 17 |
| 1.2.     | Objetivos .....                                                    | 17 |
| 1.3.     | Estructura .....                                                   | 18 |
| 1.4.     | Búsqueda bibliográfica .....                                       | 18 |
| 1.4.1.   | En el repositorio de la UVA .....                                  | 18 |
| 1.4.2.   | Otros repositorios universitarios .....                            | 19 |
| 2.       | Sostenibilidad energética .....                                    | 21 |
| 2.1.     | Consumo energético .....                                           | 21 |
| 2.2.     | Fuentes de energía .....                                           | 21 |
| 2.3.     | Gases de efecto invernadero .....                                  | 23 |
| 2.3.1.   | Potencial de calentamiento global .....                            | 23 |
| 2.4.     | Naciones Unidas .....                                              | 24 |
| 2.4.1.   | Objetivos de Desarrollo Sostenible .....                           | 24 |
| 2.4.2.   | Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente .....      | 25 |
| 2.4.2.1. | Medidas por la Contaminación .....                                 | 25 |
| 2.4.2.2. | Medidas por la Biodiversidad .....                                 | 27 |
| 2.4.2.3. | Medidas por el Cambio climático .....                              | 28 |
| 3.       | Situación energética en la Unión Europea .....                     | 31 |
| 3.1.     | Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores .....        | 33 |
| 3.2.     | Futuro energético .....                                            | 35 |
| 3.3.     | Situación energética en España .....                               | 36 |
| 4.       | Marco Normativo en la Unión Europea .....                          | 41 |
| 4.1.     | Nueva EPBD .....                                                   | 42 |
| 5.       | Certificación energética en España y herramientas utilizadas ..... | 47 |
| 5.1.     | Contenido del certificado y procedimiento .....                    | 49 |
| 5.2.     | Programas de certificación .....                                   | 49 |
| 5.2.1.   | Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) .....                   | 50 |
| 5.2.2.   | Cerma .....                                                        | 54 |
| 5.2.3.   | CE3 .....                                                          | 54 |
| 5.2.4.   | CYPETHERM HE Plus .....                                            | 54 |

|                                                       |                                                                        |     |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.5.                                                | SG SAVE .....                                                          | 54  |
| 5.2.6.                                                | TeKton3D TK-CEEP .....                                                 | 55  |
| 5.2.7.                                                | CE3X .....                                                             | 55  |
| 6.                                                    | Caso práctico de una vivienda con CE3X .....                           | 69  |
| 6.1.                                                  | Descripción de la vivienda .....                                       | 69  |
| 6.2.                                                  | Recolección de datos.....                                              | 72  |
| 6.3.                                                  | Introducción de datos en el programa.....                              | 74  |
| 6.3.1.                                                | Datos administrativos.....                                             | 74  |
| 6.3.2.                                                | Datos generales .....                                                  | 75  |
| 6.3.3.                                                | Envolvente térmica del edificio .....                                  | 79  |
| 6.3.4.                                                | Instalaciones.....                                                     | 88  |
| 6.4.                                                  | Calificación energética .....                                          | 88  |
| 6.5.                                                  | Medidas de mejora .....                                                | 89  |
| 6.5.1.                                                | Aislamiento térmico .....                                              | 89  |
| 6.5.2.                                                | Cambio de ventanas .....                                               | 93  |
| 6.5.3.                                                | Sustitución de las instalaciones.....                                  | 95  |
| 6.5.4.                                                | Instalación de placas solares.....                                     | 97  |
| 6.6.                                                  | Análisis económico de las medidas de mejora .....                      | 100 |
| 6.7.                                                  | Generación del certificado de eficiencia energética .....              | 102 |
| 6.7.1.                                                | Análisis de las medidas de mejora .....                                | 102 |
| 6.7.2.                                                | Certificado mejorado.....                                              | 103 |
| 6.7.3.                                                | Comparación del certificado base y el certificado mejorado.....        | 105 |
| 7.                                                    | Cómo afecta el diseño de una vivienda en su eficiencia energética..... | 109 |
| 7.1.                                                  | Evolución del diseño de las viviendas.....                             | 109 |
| 7.2.                                                  | Factores de diseño que influyen en la eficiencia energética.....       | 110 |
| 8.                                                    | Conclusiones y trabajos futuros.....                                   | 113 |
| 9.                                                    | Bibliografía .....                                                     | 115 |
| ANEXO I: PLANOS .....                                 |                                                                        | 126 |
| ANEXO II: CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... |                                                                        | 138 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Fuentes de energía para la generación de la electricidad UE 2023 .....     | 22 |
| Figura 2 – Objetivos de Desarrollo Sostenible .....                                   | 24 |
| Figura 3 – Principales emisores de gases de efecto invernadero del mundo en 2023 .... | 31 |
| Figura 4 - Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE por sectores 2022.....   | 34 |
| Figura 5 - Avances hacia la consecución de los objetivos climáticos en la UE-27 ..... | 36 |
| Figura 6 - Evolución de las emisiones brutas de GEI en España (1990-2018) .....       | 37 |
| Figura 7 – AEA vs. Emisiones verificadas.....                                         | 38 |
| Figura 8 – Evolución de emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente por sectores .....   | 39 |
| Figura 9 – Distribución de emisiones de sectores difusos y RCDE en 2023 .....         | 39 |
| Figura 10 – HULC: Base de datos .....                                                 | 51 |
| Figura 11 – HULC: Opciones: Espacio de trabajo .....                                  | 52 |
| Figura 12 – HULC: Visualización del edificio .....                                    | 52 |
| Figura 13 – HULC: Resultados de demandas, consumos y emisiones.....                   | 53 |
| Figura 14 – CE3X: Tipo de edificio .....                                              | 55 |
| Figura 15 – CE3X: Barra de herramientas .....                                         | 56 |
| Figura 16 – CE3X: Datos administrativos .....                                         | 57 |
| Figura 17 – CE3X: Masa de las particiones.....                                        | 58 |
| Figura 18 – CE3X: Datos generales .....                                               | 58 |
| Figura 19 - CE3X: Envolvente térmica.....                                             | 59 |
| Figura 20 - CE3X: Cubierta enterrada .....                                            | 60 |
| Figura 21 - CE3X: Cubierta.....                                                       | 60 |
| Figura 22 - CE3X: Muro en contacto con el terreno.....                                | 61 |
| Figura 23 - CE3X: Muro de fachada .....                                               | 61 |
| Figura 24 - CE3X: Muro de Medianería.....                                             | 61 |
| Figura 25 - CE3X: Muro .....                                                          | 61 |
| Figura 26 - CE3X: Suelo.....                                                          | 62 |
| Figura 27 - CE3X: Partición interior .....                                            | 62 |
| Figura 28 - CE3X: Lamas horizontales.....                                             | 63 |
| Figura 29 - CE3X: Lamas verticales .....                                              | 64 |
| Figura 30 - CE3X: Elementos de sombreamiento.....                                     | 64 |
| Figura 31 - CE3X: Hueco/Lucernario.....                                               | 65 |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 32 - CE3X: Puentes térmicos por defecto .....                          | 66 |
| Figura 33 - CE3X: Puentes térmicos definidos por usuario .....                | 66 |
| Figura 34 - CE3X: Instalaciones.....                                          | 67 |
| Figura 35 - CE3X: Instalaciones: Contribuciones energéticas .....             | 68 |
| Figura 36 – Fachada Norte – Sureste .....                                     | 69 |
| Figura 37 – Fachada Norte .....                                               | 70 |
| Figura 38 – Fachada Suroeste .....                                            | 70 |
| Figura 39 – Fachada Suroeste .....                                            | 71 |
| Figura 40 – Fachada Norte Semisótano .....                                    | 71 |
| Figura 41 – Fachada Oeste .....                                               | 72 |
| Figura 42 - Sede Electrónica del Catastro .....                               | 73 |
| Figura 43 – CE3X: Datos administrativos .....                                 | 74 |
| Figura 44 – CE3X: Datos generales .....                                       | 75 |
| Figura 45 – CE3X: Envolvente térmica: Zonas .....                             | 79 |
| Figura 46 - 1. Planta Baja: Distribución interior (coloreado).....            | 80 |
| Figura 47 – 5. Planta Primera: Distribución interior (coloreado).....         | 80 |
| Figura 48 - CE3X: Árbol.....                                                  | 81 |
| Figura 49 - 4. Planta Baja: Certificado .....                                 | 81 |
| Figura 50 - 8. Planta Primera: Certificado.....                               | 82 |
| Figura 51 - CE3X: Árbol con fachadas.....                                     | 82 |
| Figura 52 - CE3X: Fachadas y huecos planta baja .....                         | 83 |
| Figura 53 - CE3X: Ventana 2 – Habitación .....                                | 84 |
| Figura 54 - CE3X: Voladizo V3 y V5 .....                                      | 84 |
| Figura 55 - CE3X: Fachadas y huecos planta primera.....                       | 85 |
| Figura 56 - CE3X: Particiones y cubiertas planta baja .....                   | 85 |
| Figura 57 - CE3X: Particiones y cubiertas planta primera .....                | 86 |
| Figura 58 - CE3X: Puentes térmicos.....                                       | 87 |
| Figura 59 – CE3X: Puentes térmicos fachada Norte PB.....                      | 87 |
| Figura 60 - CE3X: Instalaciones.....                                          | 88 |
| Figura 61 – CE3X: Calificación energética.....                                | 89 |
| Figura 62 – CE3X: Medidas de mejora: Definición aislamiento fachadas.....     | 91 |
| Figura 63 – CE3X: Medidas de mejora: Definición aislamiento particiones ..... | 92 |
| Figura 64 – CE3X: Medidas de mejora: Aislamiento .....                        | 93 |



|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 65 – CE3X: Medidas de mejora: Definición huecos .....                  | 94  |
| Figura 66 – CE3X: Medidas de mejora: Huecos .....                             | 95  |
| Figura 67 – CE3X: Medidas de mejora: Definición instalaciones.....            | 96  |
| Figura 68 – CE3X: Medidas de mejora: Instalaciones.....                       | 97  |
| Figura 69 – CE3X: Medidas de mejora: Definición placas solares térmicas ..... | 98  |
| Figura 70 – CE3X: Medidas de mejora: Contribuciones energéticas .....         | 99  |
| Tabla 9 – CE3X: Listado comparativo de conjuntos de medidas de mejora .....   | 99  |
| Figura 71 – CE3X: Análisis económico: Factura .....                           | 100 |
| Figura 72 – CE3X: Análisis económico: Datos económicos .....                  | 100 |
| Figura 73 – Calificación energética certificado base .....                    | 102 |
| Figura 74 – CE3X: Muros con aislamiento.....                                  | 103 |
| Figura 75 – CE3X: Ventanas mejoradas.....                                     | 103 |
| Figura 76 – CE3X: Aerotermia .....                                            | 104 |
| Figura 77 – CE3X: Placas solares .....                                        | 104 |
| Figura 78 – Calificación energética certificado mejorado .....                | 105 |

Todas las Figuras cuyo nombre empieza por CE3X son capturas de pantalla del programa de certificación CE3X, de elaboración propia.

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 – Potencial de Calentamiento Global.....                                              | 24  |
| Tabla 2 - Etiqueta energética en función del tipo de inmueble .....                           | 48  |
| Tabla 3 - Zonas climáticas .....                                                              | 75  |
| Tabla 4 – Caudales mínimos para la ventilación de caudal constante en locales habitables..... | 77  |
| Tabla 5 – Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.....             | 78  |
| Tabla 6 – Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares .....               | 78  |
| Tabla 7 - Toma de datos ventanas.....                                                         | 83  |
| Tabla 8 - Transmitancia térmica del elemento U [ $\text{Wm}^2/\text{K}$ ].....                | 90  |
| Tabla 10 – Valoración económica de medidas de mejora de eficiencia energética .               | 101 |
| Tabla 11 - CE3X: Resultado del análisis económico.....                                        | 101 |
| Tabla 12 – Informe medidas de mejora: Aislamiento térmico.....                                | 106 |
| Tabla 13 – Informe medidas de mejora: Cambio de ventanas.....                                 | 106 |
| Tabla 14 – Informe de medidas de mejora: Instalaciones.....                                   | 107 |

Todas las Tablas cuyo nombre empieza por CE3X son capturas de pantalla del programa de certificación CE3X, de elaboración propia.

## LISTA DE ACRÓNIMOS

UE: Unión Europea

GEI: Gases de Efecto Invernadero

COP: Conferencia de las Partes

CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

ONU: Organización de las Naciones Unidas

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

OMM: Organización Meteorológica Mundial

PCA: Potencial de Calentamiento Atmosférico

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima



## 1. Presentación del proyecto

### 1.1. Introducción

La eficiencia energética es un tema que está ganando más relevancia en la población mundial, ya que los efectos del cambio climático son cada vez más evidentes.

Con el paso de los años suben las temperaturas, las tormentas incrementan su fuerza y frecuencia, aumentan las sequías, los incendios y el nivel del océano y desaparecen especies, entre otros muchos efectos negativos [1]. Todo esto es consecuencia de las actividades humanas y se debe principalmente a los gases de efecto invernadero que son generados en la quema de combustibles fósiles. Estos originan una capa alrededor de la tierra, que atrapa el calor del sol y por consecuencia, eleva las temperaturas. [2]

Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono y el metano, que son liberados a la atmósfera mediante muchas vías. Uno de los sectores más contaminantes es la edificación, que utiliza gas natural, gasóleo o incluso carbón para calentar las viviendas. Estas también necesitan electricidad, cuya obtención es otra de las grandes emisoras de gases contaminantes. [3]

Una de las medidas que tomó la Unión Europea para reducir este impacto fue la obligatoriedad de disponer de un certificado de eficiencia energética de un edificio en el momento de su venta o alquiler. Este es un documento que muestra el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de dióxido de carbono que produce el inmueble, y ayuda a los inquilinos o compradores a entender el impacto que tiene la calefacción y el agua caliente sanitaria sobre el cambio climático. Con el certificado de eficiencia energética se pretende fomentar el uso de energías renovables en sustitución de aquellas generadas empleando combustibles fósiles, ya que esto supone tanto una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, como una reducción de las facturas de luz. [4]

### 1.2. Objetivos

El objetivo final de este trabajo de fin de grado es la realización del certificado de eficiencia energética de una vivienda unifamiliar situada en Gijón, Asturias. Para ello se realiza una investigación sobre la situación energética en España y en la Unión Europea y las normativas existentes, los diferentes programas de certificación aprobados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y las posibilidades que ofrece el programa CE3X, que es el empleado para realizar el certificado. También será necesario profundizar acerca de los tipos de aislamiento, ventanas e instalaciones, que se empleará para mejorar la calificación energética de la vivienda.

### 1.3. Estructura

La primera parte de este trabajo se centra en explicar qué es la eficiencia energética y cómo se puede mejorar, empezando con la investigación de las diferentes fuentes de energía existentes y en qué medida son utilizados en la Unión Europea. Posteriormente, se analiza la situación energética en la que se encuentra España y la Unión Europea y se estudian las normativas relacionadas con la energía, en especial aquellas sobre certificación energética de edificios, y también aquellas promulgadas por las Naciones Unidas.

En la segunda parte del proyecto se analizan brevemente los programas utilizados en España para la certificación energética, y se explica en profundidad el programa CE3X, mediante el cual se realiza el certificado energético de una vivienda en Gijón. Además de esto, también se investiga acerca de las mejoras más convenientes para esta casa, con el fin de mejorar su calificación energética y reducir su impacto ambiental. Con esto se realiza un informe de mejoras que se compara con el certificado base.

Por último, se analiza cómo afecta el diseño de las viviendas en su eficiencia energética y su evolución a lo largo del tiempo, para acabar con las conclusiones del proyecto y trabajos futuros.

### 1.4. Búsqueda bibliográfica

Antes de comenzar con el desarrollo del proyecto se buscaron referencias relacionados con la certificación energética, con el fin de tener el mayor número de fuentes posibles y realizar una mejor explicación de los contenidos.

#### 1.4.1. En el repositorio de la UVA

Las primeras búsquedas se realizaron en el repositorio de la Universidad de Valladolid, con las palabras "Certificación Energética", "Eficiencia energética" y "CE3X" y se escogieron los TFG cuyo contenido guardasen relación con este proyecto.

#### **1) Título: Indicadores y metodología de la certificación energética en España y Europa**

Se explica qué es la certificación energética, cuáles son sus objetivos y normativas europeas. Posteriormente se compara el consumo energético de siete países europeos y sus factores de paso, y se estudian sus metodologías y herramientas. Para terminar, se realiza el certificado energético de un edificio situado en Ávila mediante el programa CE3X.

Referencia: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/31494> [5]

## **2) Título: Certificación energética de un edificio universitario existente**

En este TFG primero se dan algunos datos sobre la eficiencia energética en España y se explican los procedimientos básicos de certificación energética. Posteriormente, se realiza el estudio energético del edificio Aulario de la Universidad de Valladolid con diversos programas para comparar sus resultados.

Referencia: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/24358> [6]

## **3) Título: Decathlon comparativo de 3 programas de certificación y calificación energética de edificios existentes**

El objetivo final de este proyecto es realizar una comparación de tres programas de certificación energética, entre los que se encuentra CE3X, efectuando un análisis en profundidad. Antes de esto se da a conocer la situación actual acerca del consumo de energía en España y Europa y formas de mejorarla.

Referencia: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26504> [7]

## **4) Título: Certificación energética de edificios sanitarios de la gerencia de atención especializada Valladolid-Este**

Este TFG comienza explicando conceptos como la demanda, el consumo energético y la energía primaria, secundaria y final, además de desarrollar las principales directivas europeas relativas a la certificación energética de edificios. Posteriormente se expone la situación en España y Europa, y por último se realiza un caso práctico empleando dos programas.

Referencia: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/15231> [8]

### 1.4.2. Otros repositorios universitarios

#### **1) Título: Certificación energética de la vivienda calle Garate nº 14, 1D**

Se introduce brevemente el consumo energético y las directivas relacionadas, para posteriormente realizar el certificado energético de una vivienda individual y proponer mejoras que eleven la calificación.

Referencia: <https://addi.ehu.es/handle/10810/29244> [9]





## 2. Sostenibilidad energética

### 2.1. Consumo energético

Hoy en día la energía es un recurso imprescindible en la sociedad, ya que se utiliza en todos los sectores: industrial, residencial, transportes, etc, y debido al creciente desarrollo tecnológico, el consumo energético es cada vez mayor.

Este incremento es muy preocupante, pues gran parte de esta energía proviene de fuentes de energía no renovables como el petróleo, el carbón y el gas natural, que además de ser dañinos para el medio ambiente, son recursos escasos en la naturaleza.

Por tanto, los objetivos mundiales relacionados con la energía son dos: reducir su consumo, es decir, utilizar la energía de manera más eficiente; y aumentar el uso de las energías renovables procedentes de la naturaleza.

Para facilitar esta evolución, las Naciones Unidas crearon numerosos programas y acuerdos, entre los que se encuentran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el PNUMA, que se explicarán más adelante.

### 2.2. Fuentes de energía

Se denominan fuentes de energía a aquellos recursos a partir de los cuales el ser humano puede producir energía. Existen diferentes clasificaciones para distinguirlas, pero la más utilizada es la siguiente: fuentes de energía renovables y fuentes de energía no renovables.

Dentro de las segundas se encuentran el petróleo, el carbón y el gas natural, que están compuestos por restos orgánicos que han estado comprimidos durante millones de años. Estas fuentes de energía liberan sustancias tóxicas en su obtención, poniendo como ejemplo las fugas que se pueden producir en la extracción del petróleo en alta mar, que deterioran la vida marina. Además, para la generación de energía a partir de estos combustibles es necesaria su combustión, lo que genera gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y el metano, que son los principales causantes del agotamiento de la capa de ozono. [10] De hecho, la producción de energía mediante fuentes de energía no renovables es uno de los grandes causantes del cambio climático, y es por eso por lo que los gobiernos ofrecen ayudas para aquellas personas que se comprometen con el medio ambiente, cambiando algunos aspectos de su vida como por ejemplo mediante el empleo de fuentes de energía renovables para la producción de electricidad en las casas.

Este tipo de fuentes de energía son limpias, es decir, no emiten prácticamente ningún contaminante o gas de efecto invernadero, lo que las convierte en una opción mucho más sostenible. Dentro de ellas se incluyen la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa o aquella que utiliza las olas del mar.

Las fuentes de energía renovables y las no renovables se diferencian por su capacidad de regeneración; las fuentes de energía renovables se encuentran en el entorno, y por ello son inagotables, es decir, son renovadas por la propia naturaleza. En cambio, las fuentes de energía no renovables son recursos limitados, lo que quiere decir, que, si se explotan a un nivel demasiado elevado, es posible que se acaben y que por tanto en un futuro ya no se pueda sacar provecho de ellas. [11]

Actualmente cerca del 80% de la población vive en países importadores de combustibles fósiles, lo que equivale a 6000 millones de personas que dependen directamente de la exportación para poder tener energía. Esto supone un gran problema, ya que los hace vulnerables a cualquier crisis que se pueda desarrollar. Además, es muy fácil de evitar, pues las fuentes de energía renovables se encuentran en todos los lugares, por lo que cada país podría generar su propia energía en vez de depender de la exportación. Esto puede parecer imposible de realizar económicamente, pero los precios de las fuentes de energía renovables disminuyen cada año, convirtiéndolas en la mejor opción para la generación de electricidad, incluso en los países con rentas medias o bajas. [12]

Estas fueron las fuentes de energía que se encargaron de la generación de electricidad de la UE en 2023:



Figura 1 – Fuentes de energía para la generación de la electricidad en la UE en 2023 (Fuente: Consejo Europeo)

## 2.3. Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero atrapan el calor del sol, impidiendo que salga a la atmósfera, y provocando así un efecto de "invernadero" alrededor de la tierra.

Muchos de estos gases son producidos de forma natural, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) o el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), pero la mayoría son causados en la producción de energía, que utiliza combustibles fósiles.

El dióxido de carbono es producido durante la respiración, pero también en la quema de combustibles fósiles y en la descomposición de biomasa, y es eliminado por las plantas durante la fotosíntesis, lo que las convierte en una parte fundamental para reducir estas emisiones.

El metano es el principal componente del gas natural, y es emitido a la atmósfera en los vertederos, la industria del gas natural y del petróleo, la agricultura, la explotación forestal y la pesca. A pesar de que su duración en la atmósfera sea menor que la de  $\text{CO}_2$ , absorbe más energía y sus fugas pueden producir explosiones, por lo que se trata de un gas muy peligroso. [13]

Existen distintos tipos de gases de efecto invernadero y cada uno contribuye de manera diferente al calentamiento global. Los gases fluorados son los más potentes, llegando a producir un efecto invernadero cuatro veces superior al del  $\text{CO}_2$ . Dentro de estos gases se encuentran los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), el hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ) y el trifluoruro de nitrógeno ( $\text{NF}_3$ ), siendo los hidrofluorocarbonos los más contaminantes, que representan alrededor del 90% de las emisiones de gases fluorados. Son utilizados principalmente en frigoríficos, congeladores, aparatos de aire acondicionado y bombas de calor, así como en sprays para el asma y aerosoles técnicos, agentes espumantes y en extintores. [14]

Para entender de forma más clara el impacto que tienen estos gases sobre la atmósfera, se puede utilizar el potencial de calentamiento global.

### 2.3.1. Potencial de calentamiento global

El Potencial de Calentamiento Global (PCG) es una medida que representa el impacto que tiene un gas sobre el calentamiento global comparado con el dióxido de carbono.

Este valor se calcula en función de la potencia radiactiva que tiene el gas y de su duración en la atmósfera, empleando como referencia el dióxido de carbono, al que se le asigna un PCA de 1. Esto quiere decir, que 1 unidad de  $\text{CO}_2$ , equivale a 1Kg de  $\text{CO}_2$  emitido a la atmósfera durante 1 año. [15]

Estos son algunos de los gases mencionados anteriormente y sus respectivos PCG:

Tabla 1 – Potencial de Calentamiento Global (Fuente: Elaboración propia)

| GASES            |                 |         | PCA    |
|------------------|-----------------|---------|--------|
| Gases Fluorados  | HFC             | HFC-23  | 14.800 |
|                  |                 | HFC-134 | 1.430  |
|                  | PFC             |         | 10.000 |
|                  | SF <sub>6</sub> |         | 23.500 |
|                  | NF <sub>3</sub> |         | 17.200 |
| N <sub>2</sub> O |                 |         | 273    |
| Metano           |                 |         | 28     |
| CO <sub>2</sub>  |                 |         | 1      |

## 2.4. Naciones Unidas

### 2.4.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) surgen en la cumbre de la ONU celebrada en septiembre de 2015, gracias a las negociaciones de los estados miembros. Forma parte de la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* y su objetivo es proteger el planeta y poner fin a la pobreza, las desigualdades y las guerras para 2030, con el fin de lograr un mundo más seguro para todos, especialmente para las poblaciones más desfavorecidas. [16]



Figura 2 – Objetivos de Desarrollo Sostenible (Fuente: Naciones Unidas)

## 2.4.2. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente

El Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, también conocido como PNUMA, fue creado en 1972 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, con el fin de supervisar el estado del medio ambiente, colaborando con los 193 estados miembros para promulgar políticas de acción medioambiental.

Según dijo el secretario general de la ONU en 2021: "Nuestro planeta se enfrenta a una triple crisis planetaria del cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la contaminación". En estos tres ámbitos, el PNUMA ha tomado diversas medidas, con el fin de unificar a los países para frenar las graves amenazas medioambientales. [17]

A continuación, se explican las medidas más importantes tomadas por el PNUMA en los tres ámbitos.

### 2.4.2.1. Medidas por la Contaminación

En los años 70 el mundo se vio envuelto en una crisis de polución debido a la constante emisión de sustancias tóxicas por parte de la actividad humana. Es por esto por lo que surgió el MARPOL, que prevenía el derrame de petróleo y vertidos tóxicos de los buques. En los años que siguen surgen numerosos convenios y programas que unifican a los países para prevenir estas vertidas tóxicas. Entre ellos se encuentra el Protocolo de Montreal, que hasta la fecha es el único tratado que ha sido ratificado por todos los países del mundo, y constituye uno de los protocolos más importantes surgidos de la colaboración entre países. Este acuerdo surge debido a los avances científicos, que indicaban la desaparición de la capa de ozono, lo que podría provocar altos niveles de radiación ultravioleta, afectando a la salud, la biodiversidad y el clima.

El éxito del Protocolo de Montreal marcó el ritmo para una serie de poderosos acuerdos entre los que se encuentran: la limitación de sustancias tóxicas a través de las fronteras, la protección de la tierra de productos químicos de larga duración, la restricción del mercurio y, por último, en 2021, finalizaron las negociaciones para prohibir la gasolina con plomo. [18]

1973 - Convenio Internacional para prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL)

En este convenio figuran numerosas reglas cuyo objetivo es minimizar la cantidad de sustancias tóxicas vertidas sobre el mar por parte de los buques, ya sea a causa de factores de funcionamiento o accidentales. [19]

1974 - Programa de Mares Regionales

Este programa consta de 18 planes de acción que pretenden unificar a los países para solucionar conjuntamente los problemas de la contaminación de los mares mediante estrategias globales de cooperación. [20]

#### 1979 - Convenio de Ginebra sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a gran distancia

Trata de limitar la liberación de manera directa o indirecta de sustancias perjudiciales tanto para la salud como para el medio ambiente o bienes materiales de otro país. Las partes contratantes de este convenio se reúnen cada año para evaluar el progreso e intercambiar información. [21]

#### 1987 – Protocolo de Montreal

Este protocolo surge tras la implementación del Convenio de Viena en 1985, que se convirtió en la primera iniciativa global para reparar el daño causado por ciertas sustancias químicas a la capa de ozono. Inicialmente fue firmado por 21 países que se comprometieron a investigar y compartir sus avances y medidas tomadas con los demás países. [22] Este protocolo propone reducir gradualmente las emisiones de fabricación y el consumo de sustancias perjudiciales, con el fin de eliminarlas completamente. Hasta ahora es el único tratado de las Naciones Unidas que ha sido firmado por los 197 países miembros. [23]

#### 1989 – Convenio de Basilea

Tiene como objeto limitar la circulación de residuos peligrosos y su eliminación, con el fin de mejorar el bienestar del medio ambiente y del ser humano. Las reuniones anuales de la Conferencia de las Partes añaden nuevos anexos e información al Convenio. [24]

#### 1998 – Convenio de Rotterdam

Trata sobre el “procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable al comercio internacional de ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos”. Regula la importación y exportación de algunas sustancias y requiere el consentimiento previo del país importador. [25]

#### 2001 – Convenio de Estocolmo

Con este convenio se busca eliminar la producción, comercialización, utilización y liberación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), muy dañinos para el medio ambiente y el ser humano debido a varias razones: son resistentes a la degradación, por lo que se conservan en el medio ambiente; son tóxicos tanto para los humanos como para el medio ambiente; son bioacumulables, lo que significa que se quedan en los tejidos de los seres vivos y crecen, y por último porque pueden transportarse a largas distancias, pudiendo llegar a sitios en los que no existen. [26]

#### 2013 – Convenio de Minamata

El convenio de Minamata pretende minimizar el mercurio que se libera por acciones humanas, principalmente mediante medidas que se centran en el ciclo de vida de este metal y también restringiendo la producción de numerosos productos. [27]

#### 2021 - Fin de las negociaciones para prohibir la gasolina con plomo

La gasolina con plomo se empezó a comercializar en 1921, convirtiéndose en un producto muy popular entre la población. Al principio de la década de 1970 algunos investigadores ya se dieron cuenta de los graves efectos que tenía este combustible sobre la salud humana, lo que hizo que en 1980 Japón fuese el primer país en prohibirla. Austria, Canadá, Eslovaquia, Suecia y Dinamarca le siguieron, y 15 años más tarde E.E.U.U y Alemania. En España la gasolina con plomo era muy popular, pero se prohibió su venta debido a una directiva de la Unión Europea en 2001, al igual que en Grecia e Italia. Aún había muchos países en los que este combustible era el más vendido, y debido a las graves consecuencias que tenía sobre la salud, debía ser prohibido, pero muchos países se negaban, por lo que las negociaciones duraron casi dos décadas, para finalmente prohibirse en 2021. [28]

#### 2.4.2.2. Medidas por la Biodiversidad

La caza furtiva y la pérdida de hábitat estaban empujando a algunos de los animales más emblemáticos del mundo hacia la extinción, provocando la unificación de los países, que empezaron a tomar medidas para frenar estos hechos. Comenzando por regular, y en algunos prohibir el comercio internacional de ciertas especies en 1973, y proteger las especies migratorias con la llamada CMS.

En los años que siguen también surgieron propuestas para fomentar la biodiversidad, el progreso y frenar el cambio climático, siendo de gran importancia la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992, que reunió a los líderes de numerosos países, de ONGs, periodistas y científicos para debatir acerca de estos temas.

Los principales resultados de la CNUMAD fueron los siguientes: el Programa 21, la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y tras algunos años la Convención de las Naciones Unidas contra la Desertificación.

La última medida tomada en el ámbito de la biodiversidad fue la creación de una plataforma para el intercambio de información entre políticos y científicos, con el fin de llegar a acuerdos por el bienestar del planeta. [18]

#### 1973 - Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

Su finalidad es proteger las especies de animales o plantas, o partes de ellas, que estén en peligro de extinción, o puedan llegar a estarlo. [29]

1979 - Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (CMS)

Esta es una convención marco que trata de velar por la seguridad de las especies migratorias, adoptando medidas de protección y conservación del hábitat, principalmente para las especies más desfavorecidas. [30]

1982 - Programa de Montevideo

Es un programa decenal cuyo propósito es promover el desarrollo y la revisión periódica del derecho ambiental. [31]

1992 - Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El CDB es el instrumento internacional para la conservación de la diversidad biológica, el uso responsable de sus componentes y el reparto equitativo de los beneficios obtenidos. [32]

2012 - Plataforma Intergubernamental científico-normativa sobre la Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES)

Esta plataforma surge como necesidad de establecer un vínculo científico-político acerca de la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible y el bienestar del ser humano. [33]

#### 2.4.2.3. Medidas por el Cambio climático

Tras muchos años dañando la tierra sin ser conscientes de ello, una vez empezado el siglo XXI el mundo empieza a ver los cambios producidos a causa del cambio climático, como el aumento de la temperatura y con ello la sequía y los incendios, los temporales y la bajada del nivel del mar, entre otros.

Pero ya en 1988 el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente había empezado una propuesta para realizar informes anuales del estado del planeta, y así averiguar sus causas e intentar mitigarlas. A través de la investigación, el IPCC ha ayudado a contrarrestar los efectos del cambio climático, ganando incluso un Premio Nobel por su trabajo.

Pocos años más adelante se celebró la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, una conferencia que tuvo un gran impacto, pues de ella surgieron cuatro tratados que siguen siendo de vital importancia hoy en día.

Tras dos años y medio de negociaciones, en diciembre de 1997, se aprobó el Protocolo de Kioto, que recuerda los valores de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, exigiendo a ciertos países que tomen medidas en favor del planeta. Desde la implantación de este protocolo en febrero de 2005, se evidenció la necesidad de iniciar acciones que incluyesen a todos los países, no solo a los más desarrollados. A raíz de esto, en diciembre de 2015 surge el Acuerdo de París, que se convertiría en el primer tratado cuyo objetivo principal era mantener la elevación de



la temperatura media global por debajo de 2°C respecto a los niveles preindustriales. [18]

1988 - Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC)

El IPCC es la entidad internacional líder encargada de la evaluación del conocimiento relacionado con el cambio climático. Fue creado en 1988 por decisión conjunta del PNUMA y de la OMM, para proporcionar al mundo información científica acerca del cambio climático, como sus posibles causas y repercusiones y formas de frenarlo. [34]

1992 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)

Es la llamada “Cumbre de la tierra”, celebrada en Río de Janeiro para acordar medidas que favorezcan el medio ambiente, la biodiversidad, el progreso y ralenticen el cambio climático.

Los principales resultados de la CNUMAD fueron los siguientes: el Programa 21, la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y tras algunos años la Convención de las Naciones Unidas contra la Desertificación. [35]

- Programa 21

Es un ambicioso programa de acción que pide nuevas estrategias para invertir en un futuro más sostenible. Trata numerosos temas como la lucha contra la pobreza, medidas a favor de la mujer, la infancia y la juventud y la lucha contra la deforestación, entre otros muchos. [36]

- Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC)

Esta Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994, y hoy en día la han ratificado 197 países, a los que se denomina Partes de la Convención y están representados en la Conferencia de las Partes (COP). La COP es el órgano supremo de toma de decisión de la Convención, que se reúne cada año para evaluar las medidas tomadas y el progreso realizado por cada parte. [37]

El objetivo final de la CMNUCC es evitar que las emisiones de GEI tengan un impacto negativo sobre el planeta y el ser humano. Se pedía que para el año 2000, los países industrializados hubiesen reducido sus emisiones a los valores de 1990, tomando las medidas correspondientes. [38]

- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El CDB es el instrumento internacional para la conservación de la diversidad biológica, el uso responsable de sus componentes y el reparto equitativo de los beneficios obtenidos. [39]

- Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación

El objetivo es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en las zonas más afectadas, principalmente en África, mediante el respaldo de todos los países. [40]

#### 1992 - Iniciativa financiera del PNUMA

Esta iniciativa consiste en la colaboración del PNUMA con determinados bancos, aseguradoras o inversores para crear un mundo más sostenible. [18]

#### 1997 - Protocolo de Kioto

Es un tratado que refuerza los principios de la CMNUCC, responsabilizando a los países industrializados de reducir sus emisiones de GEI en al menos un 5% con respecto al nivel de 1990, en determinados periodos de tiempo, siendo el primero entre 2008 y 2012, y el segundo entre 2013 y 2020. Además, los países desarrollados deben reducir sus emisiones de GEI lo máximo posible, y aumentar las absorciones de los sumideros. [41]

#### 2015 - Acuerdo de París

Es un tratado internacional jurídicamente vinculante cuyo objetivo es limitar el calentamiento mundial por debajo de los 2°C, preferiblemente 1,5°C, para lograr un planeta con clima neutro en 2050. Para alcanzar esto, se proponen medidas climáticas cada vez más ambiciosas en ciclos de 5 años, y adicionalmente, los países deben proponer medidas de reducción de las emisiones de GEI, además de medidas de resiliencia para el aumento de las temperaturas. [42]

### 3. Situación energética en la Unión Europea

La unión europea es una de las principales potencias emisoras de gases de efecto invernadero, siguiendo a China, Estados Unidos y la India, pero gracias a unas políticas climáticas sólidas, esta cifra se reduce cada año, habiendo llegado a disminuir aproximadamente un 31% entre 1990 y 2022.

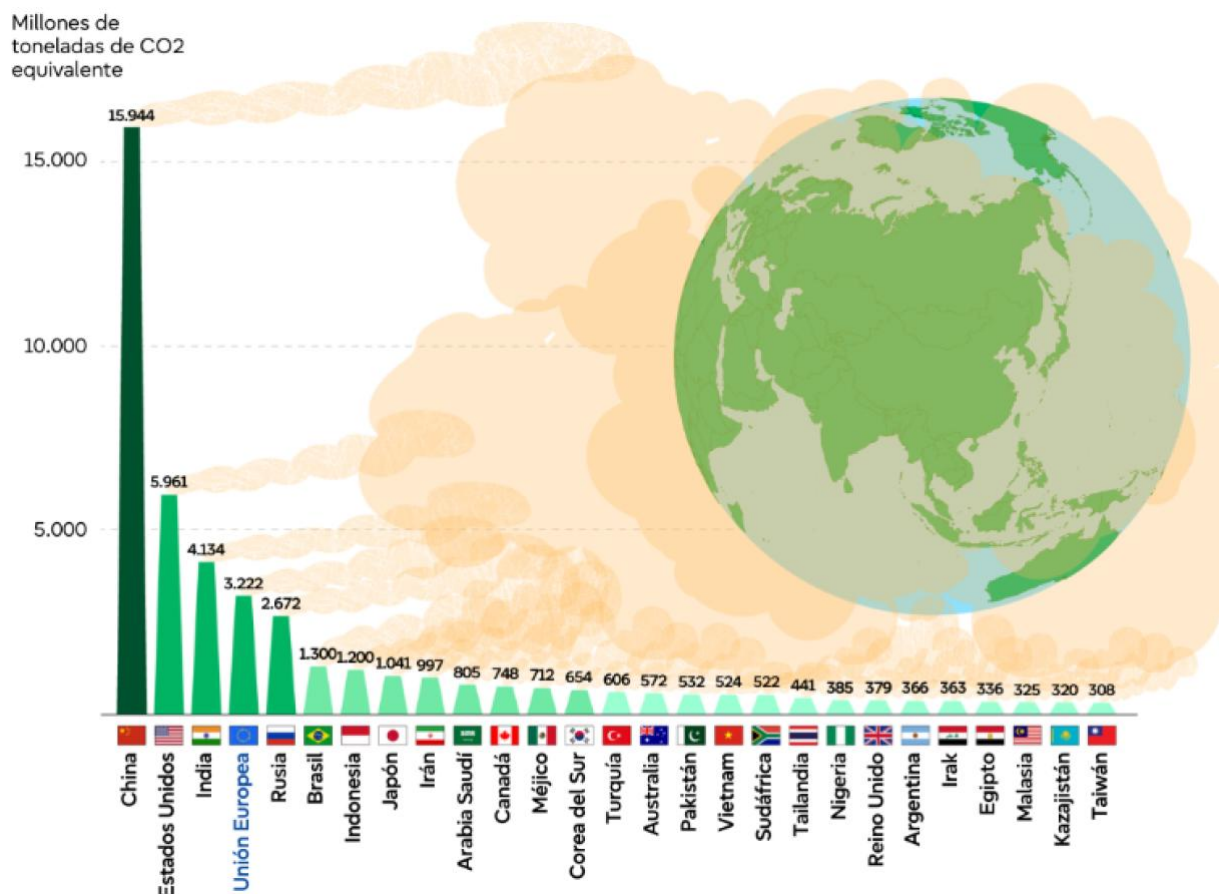


Figura 3 – Principales emisores de gases de efecto invernadero del mundo en 2023 (Fuente: Elaboración Parlamento Europeo a partir de datos de EDGAR)

En 1990 las principales potencias emisoras de gases de efecto invernadero eran las mismas que actualmente, con cifras parecidas excepto China y la Unión Europea. En 1990 el mayor emisor de GEI era Estados Unidos, con un valor de 5.420 Mt, seguido de la Unión Europea con 4.320 Mt, China con 3.000 Mt y Rusia con 2.560 Mt. La India se sitúa en el octavo puesto, con una cifra de 1.070 Mt.

Dado que China actualmente tiene unas emisiones de 15.944 Mt, esto significa que ha aumentado sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 531% en 30 años, lo que equivale a un incremento anual de casi 400 Mt. La India tiene un incremento parecido, de 380%, que se traduce en un aumento de 92 Mt al año. Las cifras tan elevadas de estas potencias, así como de muchas otras son las causantes del grave aumento de las emisiones globales desde 1990. [43]

Estados Unidos y Rusia han mantenido valores parecidos, a diferencia de la Unión Europea que ha logrado reducir sus emisiones un 25%, gracias a una política energética basada en la descarbonización, la sostenibilidad y el ahorro energético mediante el incremento de las energías renovables.

En lo que respecta a las emisiones de la Unión Europea, la proporción de gases de efecto invernadero en 2022 era la siguiente: 80,6% de CO<sub>2</sub>, 12,1% de metano, 5,3% de óxido nitroso y 2% de otros gases fluorados. [44] La baja cifra de los gases fluorados, el óxido nitroso y el metano en comparación con el dióxido de carbono no se traducen en un menor impacto sobre la capa de ozono, pues como se explicó anteriormente, el potencial de calentamiento global de estos gases es mucho más elevado que el dióxido de carbono, por lo que tienen un efecto más nocivo. Con el objetivo de reducir estas cifras, principalmente fomentando el uso de fuentes de energía renovables, se promulgaron numerosas leyes y directivas internacionales.

En 2012 se decretó la Directiva relativa a la eficiencia energética, que fijó los primeros objetivos sobre eficiencia energética de la Unión Europea de cara a 2020. Buscaba un aumento de la eficiencia energética del 20 % para 2020, lo que conlleva la reducción del consumo de energía primaria y final. Posteriormente, se formuló otra directiva que alargaba los objetivos hasta 2030, buscando reducir las emisiones un 11,7% respecto de 2020. [45]

El **Pacto Verde Europeo** (European Green Deal) es una estrategia integral de la Unión Europea presentada en diciembre de 2019 como hoja de ruta política y estratégica, que incluye numerosas medidas en diferentes ámbitos: una industria limpia, la economía circular, unas prácticas agrícolas sostenibles, un medio ambiente saludable, justicia y equidad climáticas, y por supuesto, la neutralidad climática. [46] Su objetivo principal es el mismo que el de la **Ley Europea del Clima**: alcanzar la neutralidad climática en el año 2050. Esta ley forma parte, a su vez, del Pacto Verde Europeo, y traduce los objetivos de este en obligaciones legales para los Estados miembros. Para alcanzar la neutralidad climática a mediados de siglo, se establece un objetivo intermedio de reducción de las emisiones en un 55% para 2030 respecto de los niveles de 1990. [47] Esto constituye el llamado “**Objetivo 55**” (Fit for 55). Esta directiva pretende, además, limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 °C anuales para conservar un planeta habitable y evitar los peores efectos del cambio climático. [48]

La invasión de Rusia a Ucrania tuvo un gran impacto sobre la Unión Europea y su mercado energético, dificultando y encareciendo los suministros. Es por esto que el 22 de mayo de 2022 se presentó el Plan **REPowerEU**, cuyo objetivo final es la eliminación del gas, carbón y petróleo rusos en los países de la Unión Europea, y su sustitución por fuentes de energía renovables, entre las que se encuentra el hidrógeno. Este último compuesto está siendo el centro de numerosas investigaciones para desvelar su posible uso como combustible renovable. Gracias a esta política el porcentaje de las

importaciones de gas ruso se redujo de un 45% en 2021 a un 19% en 2024, a la vez que aumentó la entrada de gases de Noruega y Estados Unidos. [49]

En diciembre de 2018 se promulgaron los **Planes Nacionales de Energía y Clima** (PNIEC), tras las exigencias del Reglamento (UE) 2018/1999, que proponía que fuese cada país el que dictase las leyes a seguir en el ámbito de la eficiencia energética, siguiendo las medidas vigentes en el momento. Estas leyes se actualizaron para incorporar los ambiciosos objetivos establecidos por el Pacto Verde Europeo, el paquete “Energía limpia para todos los europeos”, el Plan RePower y el Objetivo 55. [50]

El paquete “**Energía limpia para todos los europeos**”, incluye medidas fundamentales para mejorar la eficiencia energética de la UE, aumentando el uso de energías renovables y reduciendo las emisiones, con el fin de garantizar el acceso de todos los europeos a una energía segura y sostenible.

Como conclusión de las medidas se puede decir que todas ellas buscan alcanzar la neutralidad de carbono. Esta se consigue cuando la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera es la misma que la que se retira por diferentes vías, obteniendo así una estabilización de CO<sub>2</sub>.

Hay dos formas de conseguir este equilibrio, la primera es la llamada compensación de carbono, que consiste en equilibrar las emisiones emitidas en un sector determinado mediante la reducción de CO<sub>2</sub> en otro lugar. Pero la más empleada es la segunda manera, que radica en no emitir más CO<sub>2</sub> del que puede ser absorbido de forma natural por sumideros. Se considera un sumidero de carbono cualquier sistema que absorba más carbono del que emita, como pueden ser el suelo, los bosques y los océanos. Se calcula que los sumideros naturales eliminan entre 9.500 y 11.000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año, teniendo en cuenta que las emisiones globales anuales de 2021 eran de 37.800 Mt. Por esta razón, los bosques, que representan el 43,5 % del espacio de la UE y absorben el 7% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero de esta, juegan un papel fundamental en los objetivos medioambientales, pues sin ellos las emisiones de efecto invernadero serían mucho más elevadas. Por ello, el Parlamento Europeo aprobó en marzo de 2023 algunas reglas más ambiciosas que tienen como objetivo aumentar en un 15% los sumideros de carbono para 2030. [51]

### 3.1. Emisiones de gases de efecto invernadero por sectores

Según datos de 2022, en la UE los sectores que producen una mayor cantidad de GEI son el suministro energético, seguido del transporte, la industria y con un porcentaje de casi la mitad, el sector de la edificación.

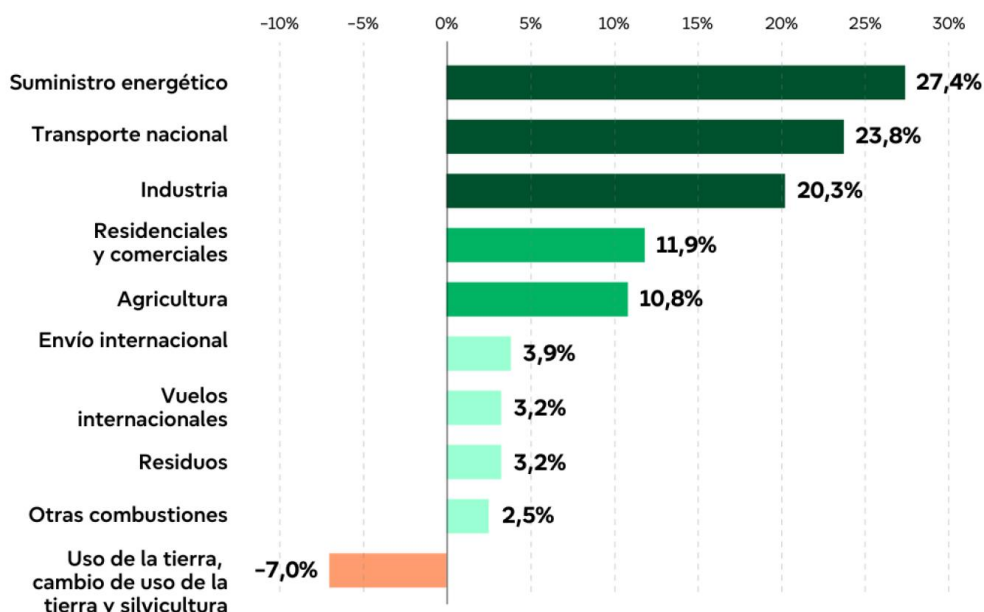


Figura 4 - Emisiones de gases de efecto invernadero en la UE por sectores 2022 (Fuente: Elaboración Parlamento Europeo a partir de datos de la Agencia Europea del Medio Ambiente)

Para reducir las emisiones de las centrales eléctricas y la industria, la UE introdujo dos nuevas medidas: la primera consiste en un sistema mediante el cual las empresas tienen que comprar permisos para emitir CO<sub>2</sub>, por lo que cuanto menos contaminen, menos pagan, es el llamado "Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE". La segunda medida se implementó para cumplir con los objetivos del Pacto Verde, y busca reducir las emisiones de la industria en un 62% para 2030. [52]

Dado que el transporte es uno de los sectores más contaminantes, la UE también está promoviendo medidas para reducir estas emisiones. Uno de los objetivos es la reducción del 55% de las emisiones de los automóviles y el 50% la de las furgonetas para 2030 respecto de 2021, puesto que son los causantes de alrededor del 15% de las emisiones de la UE. [53] Además, se está barajando la posibilidad de prohibir la venta de coches que emitan CO<sub>2</sub> a partir de 2035, acercando la meta de convertir el sector del transporte en un sector con emisiones cero. Para que esta medida pueda hacerse realidad, se está fomentando la investigación del ciclo de vida de las baterías de los coches eléctricos y de nuevos combustibles renovables. [54]

Dentro del transporte también se encuentra la aviación, que representa el 13,4% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de este sector en la UE. Para reducir esta cifra, el Parlamento y el Consejo quieren fomentar el suministro de combustible sostenible a partir de 2025, hasta alcanzar el 70% de todo el combustible de la aviación en los aeropuertos de la UE en 2050.

Otro sector muy contaminante es el de la edificación, ya que la calefacción y refrigeración de los edificios representa el 40% de toda la energía consumida en la UE

y el 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Es por esto por lo que el objetivo es que los edificios cuenten con cero emisiones en 2050, comenzando con que a partir de 2030 todos los edificios nuevos produzcan cero emisiones y deberán ser impulsados por paneles solares.[55]

La agricultura representa casi el 11% de las emisiones de la UE, compuestas en su mayor parte por emisiones de metano originadas por el ganado y de óxido nitroso generado por los suelos. No obstante, la agricultura y la silvicultura pueden jugar un papel fundamental en reducir estas cifras, fomentando la reducción de plaguicidas y fertilizantes que empeoran la calidad del suelo, reduciendo el desperdicio de alimentos, impulsando los productos ecológicos y mejorando el bienestar de los animales, entre otras medidas. [56]

### 3.2. Futuro energético

La Unión Europea avanza hacia un sistema energético basado en las energías renovables, tomando como hoja de ruta el Pacto Verde Europeo, cuyo objetivo final es alcanzar la neutralidad climática a mediados de siglo. Para ello, se proponen medidas intermedias de reducción de las emisiones y de la dependencia de combustibles fósiles, y el objetivo de disminuir las emisiones en un 55% para 2030 con respecto a los niveles de 1990.

La progresiva reducción de los combustibles fósiles, conllevará un incremento en la participación de la electricidad en la energía final, debido a la electrificación del transporte mediante vehículos eléctricos, la sustitución de las instalaciones de gas natural, gasóleo y carbón o por otras basadas en energías renovables, y la reducción de los combustibles fósiles en la industria. Para satisfacer esa mayor demanda de electricidad, la UE aumentará el despliegue de energías renovables, principalmente de la solar y la eólica, fomentará su almacenamiento y se ampliará la investigación de nuevos combustibles como el hidrógeno.

Los edificios serán un foco crítico en la consecución de los objetivos de neutralidad climática, ya que son los causantes de gran parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> liberadas a la atmósfera. Por ello, la nueva EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) exigirá edificios más eficientes y preparados para la electrificación, con puntos de recarga y paneles solares, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y con ello de sus emisiones.

A pesar de todos los esfuerzos por lograr el objetivo de neutralidad climática, según las previsiones realizadas por los 27 países miembros, no se alcanzará la reducción de las emisiones en un 55% para 2030, pero sí se llegará a una disminución del 49%.

El cero neto en 2050 también parece estar muy lejos, ya que según la siguiente gráfica no se alcanzará ni con las medidas actuales ni con medidas adicionales. [57]

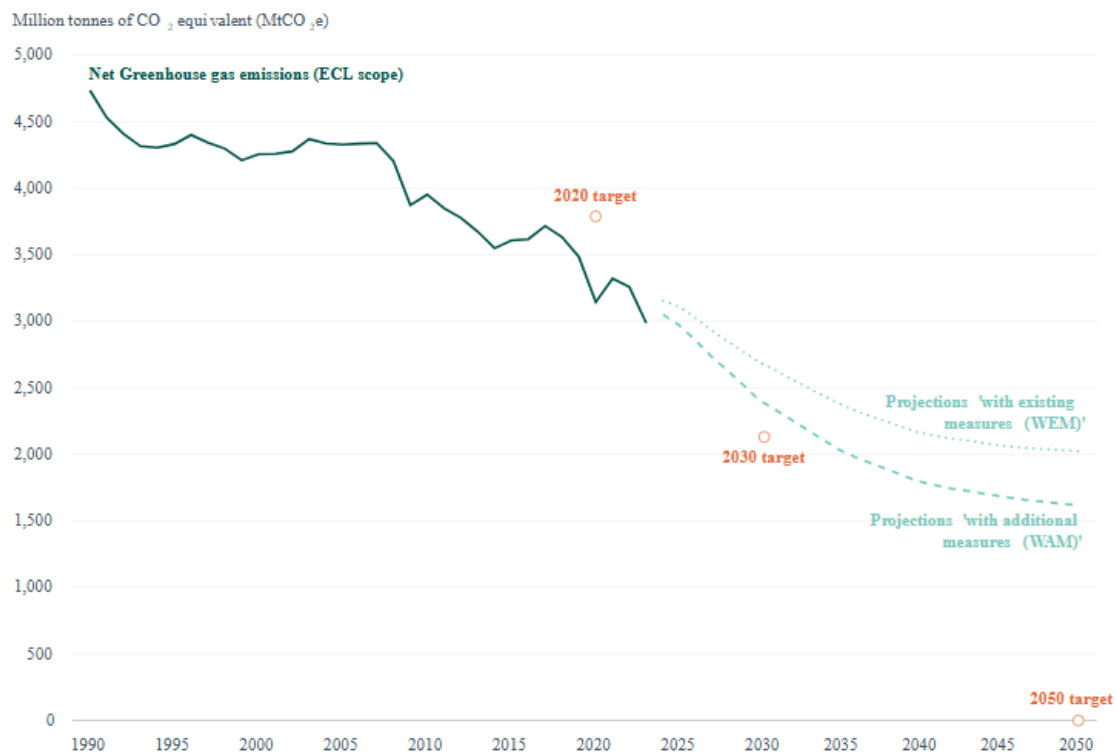


Figura 5 - Avances hacia la consecución de los objetivos climáticos en la UE-27 (Fuente: European Environment Agency)

### 3.3. Situación energética en España

En 1990 las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en España fueron de 286,7 Mt, cifra que siguió aumentando hasta llegar a su punto álgido en 2007, año en el que llegaron a 441,2 Mt, y a partir de ahí se redujeron hasta llegar a las 270 Mt de 2023, aunque se produjeron algunos repuntes entre 2015 y 2022. Desde 1990, el año con menos emisiones fue el 2020, debido a la pandemia Covid, que imposibilitó la continuidad de las actividades con normalidad, y por tanto se produjo una parada generalizada, reduciendo el consumo. En el año 2024 las emisiones se incrementaron un 2,7% sobre las del año anterior y se redujeron un 3,2% respecto de los niveles de 1990, teniendo en cuenta el objetivo del Protocolo de Kioto de reducir las emisiones un 20% en el periodo de 2013 a 2020 con respecto a 1990. En este protocolo también se buscaba que el aumento de las emisiones netas entre 2008 y 2012 no superase el 15% respecto del año base (1990), pero finalmente esta cifra fue del 23,7%. [58]



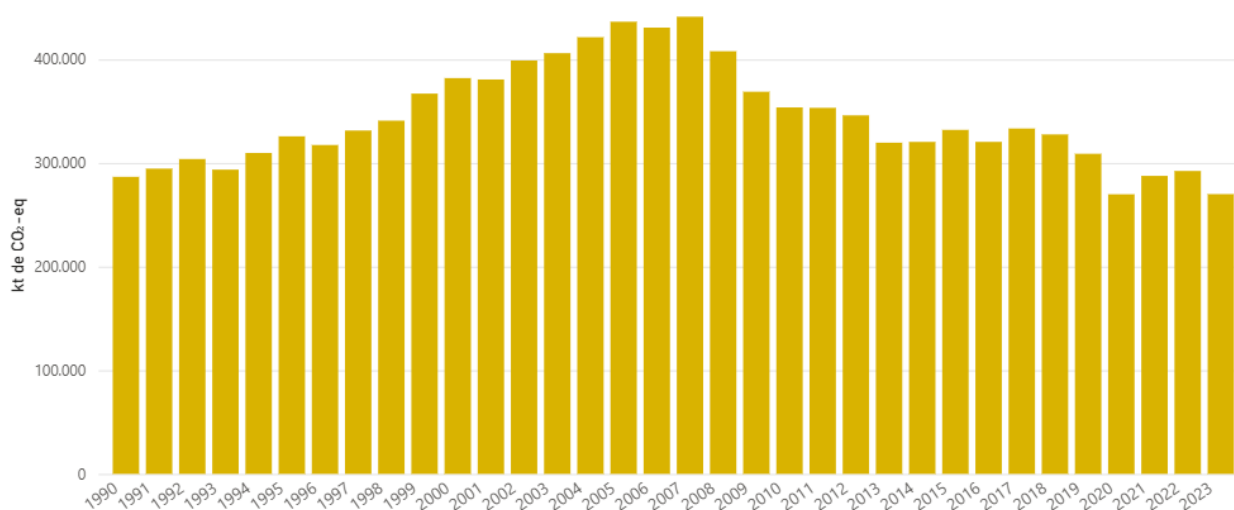


Figura 6 - Evolución de las emisiones brutas de GEI en España (1990-2018) (Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones)

En conjunto se puede ver que las emisiones en España sí se está reduciendo, pero para alcanzar la neutralidad climática y cumplir los objetivos propuestos por el Acuerdo de París, el protocolo de Kioto y los tratados de la Unión Europea, es necesario reducir estas emisiones aún más.

El informe de IPCC de octubre de 2018 indica que la actividad humana es la causante del aumento de 1°C de la temperatura global, y si este incremento continúa, es más que probable que alcance 1,5°C entre 2030 y 2052. En España, este aumento es 0,5°C superior a la media, por lo que es apremiante tomar medidas para reducir este impacto. [59] Por ello, el 20 de mayo de 2021 se publicó la Ley 7/2021 sobre cambio climático y transición energética, que busca la neutralidad climática mediante la reducción de las emisiones y el fomento de las energías renovables, la promoción del transporte sostenible, la adaptación a los efectos del cambio climático y la investigación de nuevos combustibles, como ámbitos más importantes. [60]

En la gráfica inferior se muestra la senda de cumplimiento de reducción de las emisiones difusas de España en el periodo entre 2013 y 2020 en un 10% respecto a los niveles de 2005. Las emisiones difusas se corresponden con aquellas provenientes de miles o millones de pequeños focos, y no de grandes fábricas sujetas al régimen de comercio de derechos de emisión. En rojo se indican las Asignaciones Anuales de Emisiones (AEA por sus siglas en inglés), que van dirigidas a los sectores que no están incluidos en el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión, y se asigna anualmente a cada estado miembro. Es el presupuesto anual de emisiones que se debe cumplir, y cuya trayectoria descendiente implica unos objetivos cada vez más ambiciosos.

El excedente acumulado es el indicador directo del cumplimiento: mientras la línea verde esté por encima de cero, significa que España está cumpliendo globalmente sus compromisos de reducción de emisiones difusas. [58]

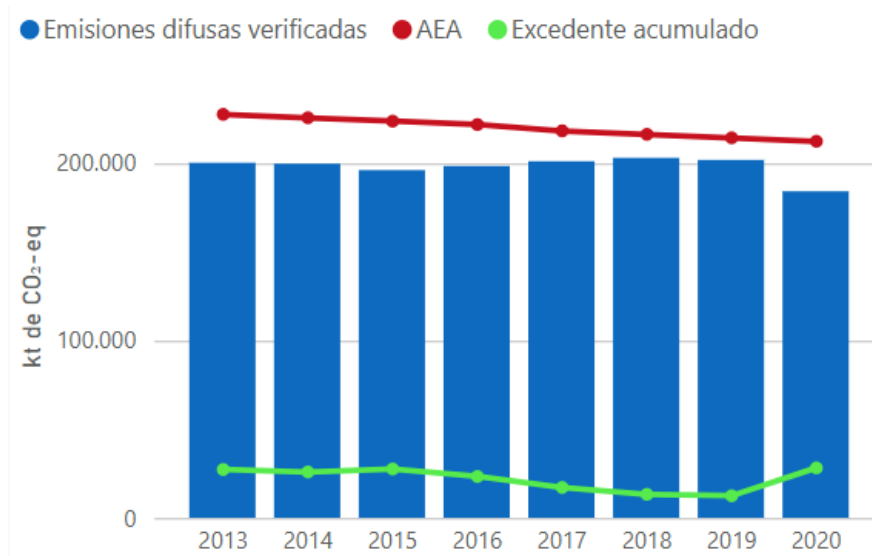


Figura 7 – AEA vs. Emisiones verificadas (Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones)

Como se ve en la siguiente gráfica, el sector con mayores emisiones de GEI en España entre los años 1990 y 2007 fue la generación eléctrica, seguido del transporte por carretera. Esta tendencia cambió en 2008, cuando estos dos sectores se cambiaron el puesto, llegando el transporte por carretera a emitir 81.240 kt de CO<sub>2</sub> equivalente y la generación de electricidad menos de la mitad. Esta drástica reducción se debe al aumento de las energías renovables en la producción de energía, y con ello la disminución de los combustibles de origen fósil. Otro de los sectores más contaminantes es la industria (combustión), referida a las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles, que ha tenido una evolución creciente desde 1990 hasta 2005, y decreciente hasta 2023. Las emisiones producidas en los procesos de la industria son menores que las últimas, y tienen una tendencia de reducción desde 2005.

Los gases fluorados producían unas emisiones mínimas en comparación con los demás sectores, pero en 2008 alcanzaron su punto más elevado, con cifras 240 veces mayores a las de 1990. Hasta 2014 se mantuvieron valores parecidos, pero desde entonces se han ido reduciendo considerablemente.

La combustión estacionaria procedente de los sectores residencial, comercial e institucional ha duplicado sus emisiones desde 1990 hasta 2010, y se ha reducido desde entonces, pero sin alcanzar las emisiones de 1990. [58]

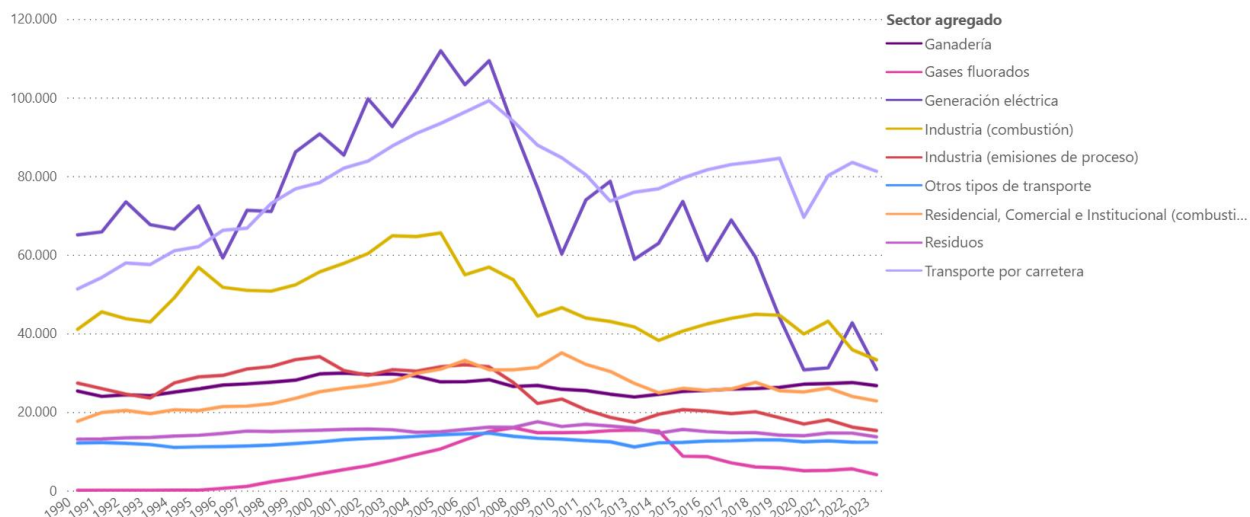


Figura 8 – Evolución de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por sectores (Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones)

Como conclusión se puede decir que esta gráfica muestra la reducción de las emisiones de prácticamente todos los sectores, como resultado de las políticas energéticas de España, la Unión Europea y las Naciones Unidas, cuyo objetivo final es la neutralidad climática y la limitación del aumento de la temperatura global. Para fomentar esta reducción, en España se creó la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP 2050), que marca el camino para alcanzar los objetivos propuestos. Estos son fijados por los Planes Nacionales de Energía y Clima, que se elaboran cada 10 años y se actualizan cada cinco. [61]

En la siguiente gráfica se puede ver la distribución de las emisiones de los sectores difusos y de los que se engloban dentro del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión.

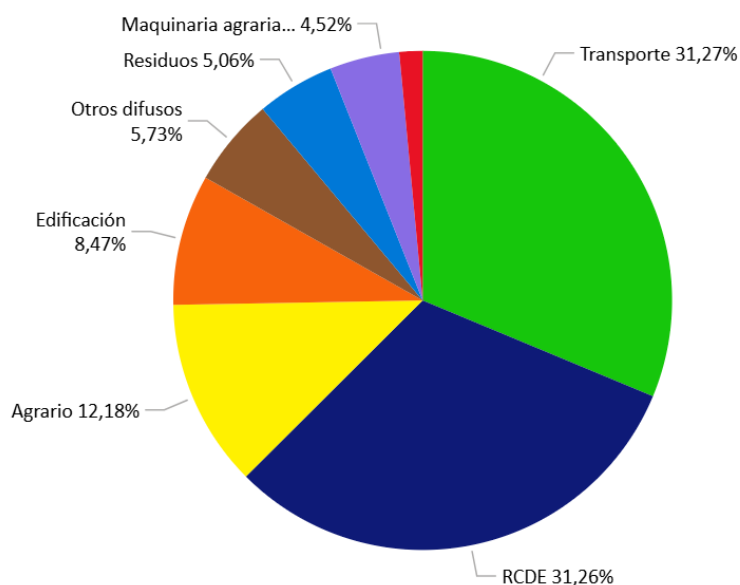


Figura 9 – Distribución de emisiones de sectores difusos y RCDE en 2023 (Fuente: Sistema Español de Inventario de Emisiones)

Es importante aclarar que la producción de electricidad mediante combustibles fósiles está cubierta por el RCDE ya que proviene de centrales eléctricas, y por ello en la gráfica anterior el sector edificación contribuye solo con un 8,47% a las emisiones de GEI. Estas emisiones se refieren únicamente a aquellas producidas en el consumo directo de combustibles fósiles, lo que incluye la calefacción y el ACS que funcionan a partir de gas natural, gasóleo o carbón.

Se calcula que aproximadamente el 55% del parque edificado de España se construyó antes de 1980, y el 21% tiene más de 50 años. Casi el 58% de los edificios fueron construidos con anterioridad a la primera norma básica de la edificación (NBE-CT-79), que determinaba las primeras condiciones térmicas requeridas en los edificios. Es por esto que, en el PNIEC, España propuso numerosos objetivos en este ámbito, pues es necesario el desarrollo y avance energético para poder alcanzar el cero neto de la Unión Europea en 2050. Estos son algunos de los objetivos más importantes:

- 32 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990
- 48 % de las fuentes deben ser renovables sobre el uso final de la energía
- 43 % de mejora de la eficiencia energética en términos de energía final
- 81 % de las fuentes de energía en la generación eléctrica deben ser renovables
- Reducción de la dependencia energética (importaciones) hasta un 50 %

## 4. Marco Normativo en la Unión Europea

La unión europea introdujo numerosas leyes y medidas en favor de la eficiencia energética, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que agotan la capa de ozono y peligran la vida en la tierra.

Directiva 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993 (SAVE)

Esta directiva introdujo numerosos cambios en el ámbito energético, como la aplicación de un programa para el proceso de certificación energética de los edificios, así como la limitación de las emisiones de dióxido de carbono. [62]

Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002.

Establece unos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios teniendo en cuenta las condiciones ambientales interiores, las particularidades del edificio, su uso y su antigüedad. [63]

Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010.

Esta directiva se hizo con el fin de derogar la anterior y establecer unos requisitos más elevados de eficiencia energética. Será derogada el 30 de mayo de 2026 por la directiva 2024/1275. [64]

Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012.

Esta directiva fijó los primeros objetivos relativos a la eficiencia energética, que se basaron en la reducción del 20% del consumo de energía primaria y final de la Unión en 2020 respecto de los niveles de 2007. Cada país debía proponer sus propias medidas de acción contra el cambio climático y presentarlas cada 3 años. [65]

Directiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE y la Directiva 2012/27/UE.

Propone la mejora de los objetivos energéticos de las directivas nombradas, para lograr la descarbonización del parque edificado en 2050. [66]

Reglamento 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018.

Este reglamento establece una serie de normas para la consecución de los objetivos energéticos de la Unión de la Energía, como la reducción de emisiones y el aumento de energías renovables concretado en el Acuerdo de París, en particular en el período de 2021 a 2030. [67]

Directiva 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de septiembre de 2023.

Relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955. Tiene como objetivo una reducción del consumo de energía primaria y final de al menos el 11,7% en 2030, con respecto a las previsiones de 2020. Esto equivale a

no superar 992,5 y 763 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo), respectivamente. [68]

#### 4.1. Nueva EPBD

El 8 de mayo de 2024 fue publicada la Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, la nueva EPBD "Directiva de Eficiencia Energética de Edificios", que introduce numerosos conceptos en este ámbito, con el objetivo final de alcanzar la neutralidad climática en 2050. Esta mejora se centra en el sector edificación, que supone un 40% del consumo de energía final y un 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, se calcula que el 75% de los edificios de la UE son ineficientes energéticamente.

Estas son las disposiciones más importantes que introduce la directiva: [69]

##### Artículo 7: Edificios nuevos

De acuerdo con la directiva, el 1 de enero de 2030 todos los edificios de nueva construcción deberán tener emisiones nulas, y los edificios públicos tendrán que alcanzarlo en 2028.

Adicionalmente, será necesario evaluar el potencial de calentamiento global (PCG) de los edificios nuevos que tengan una superficie mayor a 1000m<sup>2</sup> a partir del 1 de enero de 2028, y a partir de 2030 lo necesitarán todos los edificios nuevos, sin importar su superficie. El PCG del edificio se refiere a la medida en la que los gases de efecto invernadero causados durante la obtención, transformación y transporte de los materiales, y la construcción del edificio y su derribo, afectan al planeta.

Cada país miembro deberá notificar como tarde el 1 de enero de 2027 a la Comisión sobre los valores límite del PCG total acumulado en el ciclo de vida de los edificios.

##### Artículo 8: Edificios existentes

Los estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que la renovación de un edificio o parte de este cumpla con unos requisitos de eficiencia energética, siempre que sea técnica y económicamente viable.

##### Artículo 9: Normas mínimas de eficiencia energética para edificios no residenciales y trayectorias para la renovación progresiva del parque inmobiliario residencial

Se harán modificaciones tanto en los edificios residenciales como en los no residenciales, y ambos seguirán unos criterios distintos que deberá proponer cada estado miembro.

Para los edificios no residenciales se establecerán dos límites máximos de consumo energético (umbral del 16% y del 26%) que se basarán en los datos de 2020 y reflejen los edificios menos eficientes del país. Así, para el año 2030 todos los edificios no

residenciales deberán tener un consumo de energía menor al del umbral del 16%, y para 2033 menor que el del 26%.

Para los edificios residenciales se aplicará un sistema parecido, utilizando el uso medio de energía primaria de 2020 como referencia. Este valor deberá verse reducido en un 16% para 2030 y entre un 20% y un 22% para el año 2035. Además, se aplicarán medidas progresivas para lograr un parque residencial de cero emisiones en 2050.

Esta reducción se debe lograr como mínimo con el 55% de la disminución de energía primaria del 43% de los edificios renovados con menor eficiencia energética. [70]

#### Artículo 10: Energía solar en edificios

Para alcanzar el objetivo del cero es necesario reducir las emisiones y aumentar el uso de energías renovables, como por ejemplo la solar. Por ello, la nueva EPBD incluye una serie de imposiciones acerca de esta energía, algunas de las cuales dicen así:

- Todos los edificios nuevos se deberán construir con la posibilidad de maximizar el potencial de generación de energía solar y permitiendo la instalación rentable de tecnologías solares.
- Será necesario implementar tecnologías solares:
  - En todos los edificios públicos y no residenciales nuevos con una superficie útil superior a 250m<sup>2</sup>.
  - En todos los edificios públicos existentes con superficies mayores a 250m<sup>2</sup>, a más tardar el 31 de diciembre de 2027, 2028 o 2030 dependiendo de su superficie.
  - En todos los edificios residenciales nuevos antes del fin de año de 2029.
  - En todos los aparcamientos nuevos para coches cubiertos adyacentes a edificios antes del fin de año de 2029

#### Artículo 11: Edificios de cero emisiones (ZEB)

Este artículo establece los requisitos para los edificios de cero emisiones, que son aquellos que no generan emisiones de carbono in situ procedentes de combustibles fósiles. Además, estos edificios deben tener la capacidad de reaccionar ante señales externas y ajustar su consumo, generación o almacenamiento de energía, siempre que sea viable técnica y económicamente.

Los Estados miembros deben garantizar que la demanda energética de estos edificios se ajuste a un umbral máximo, revisado periódicamente para alinearse con los niveles óptimos de rentabilidad. Este umbral será al menos un 10 % inferior al establecido para los edificios de consumo de energía casi nulo en 2024. Los estados miembros deberán asegurarse de que los edificios cumplan el umbral máximo, que podrá modificarse para edificios renovados, respetando los niveles óptimos de rentabilidad.

Estos edificios deberán, además, emplear fuentes de energía renovables, sistemas de producción eficientes o en su caso fuentes libres de carbono, para producir su

energía. En casos donde no sea técnica o económicamente viable cumplir estos requisitos, se podrá utilizar otra energía procedente de la red que cumpla criterios nacionales.

#### Artículo 12: Pasaporte de Renovación (BRP)

El Pasaporte de Renovación es un documento que deberá estar disponible en todos los estados miembros a partir del 29 de mayo de 2026, y que será de carácter voluntario. Se trata de un documento en el que se detallan las etapas del proceso de reforma del edificio para la mejora de su calificación energética con el objetivo de llegar a las emisiones nulas.

#### Artículo 14: Infraestructura para la movilidad sostenible

Este artículo busca fomentar el uso del transporte sostenible, como vehículos enchufables o bicicletas, instalando puntos de recarga para los primeros e implementando nuevas plazas de aparcamiento para los segundos. La cantidad a instalar varía dependiendo del uso del edificio, de su año de construcción y del número de gente que lo frecuenta.

#### Artículo 15: Preparación para aplicaciones inteligentes de los edificios

Esto se refiere a la introducción de un Indicador de Preparación Inteligente, o SRI por sus siglas en inglés, que es un sistema capaz de adaptarse a las necesidades de la red y de los ocupantes del edificio, con el objetivo de ahorrar energía. Esto consiste en la optimización de los sistemas de climatización para lograr un mayor confort tanto térmico como de la calidad ambiental interior. Mediante el SRI, el propio edificio puede controlar cuándo consumir energía, evitando los precios más elevados, o subir o bajar las persianas o toldos para evitar un sobrecalentamiento de la casa o aprovechar esa luz solar para lo contrario.

Esta medida se empezó a plantear en la Directiva 844/2018, y se ha ido desarrollando hasta la nueva EPBD, en la que se establecen algunas fechas de presentación de un informe de aplicación de este indicador, a partir del cual se planteará un calendario para una fase de prueba a nivel nacional. [71]

#### Artículo 16: Intercambio de datos

Los propietarios, arrendatarios y gestores de los edificios deberán tener acceso gratuito a toda la información relacionada con la certificación energética de sus edificios. Otras partes interesadas como proveedores de energía o instituciones financieras deberán pagar una tasa fijada por los estados miembros para acceder a dicha información.



### Artículo 17: Incentivos fiscales, capacidades y barreras del mercado

Este artículo recoge las medidas de apoyo relacionadas con la mejora de la eficiencia energética de los edificios, prestando especial atención a personas y hogares vulnerables. Además, a partir del 1 de enero de 2025 los estados miembros ya no podrán ofrecer ayudas para la instalación de calderas alimentadas por combustibles fósiles, fomentando el uso de energías renovables.

### Artículo 19: Certificados de Eficiencia Energética

El certificado de eficiencia energética deberá incluir valores de referencia sobre los requisitos y normas mínimos de eficiencia energética, los requisitos de los edificios de consumo casi nulo y de cero emisiones, con el objetivo de facilitar la evaluación de la calificación energética por parte de los propietarios o arrendatarios.

Adicionalmente, a la actual escala de certificación energética que va desde la A hasta la G, se le podrá añadir un nivel "A+" para aquellos con una demanda energética un 20% inferior al límite establecido para los edificios de cero emisiones y con una generación renovable in situ superior a su demanda anual.

### Artículo 20: Expedición de certificados de eficiencia energética

Se expedirán certificados de eficiencia energética digitales para:

- a) Edificios de nueva construcción, edificios con grandes renovaciones, en la venta o alquiler de un inmueble (válido una vez acabado el contrato actual)
- b) Edificios existentes ocupados por organismos del estado o que sean propietarios del mismo.

Tras analizar en profundidad la nueva EPBD y explicar los artículos más importantes, se puede concluir que el parque edificado de España se va a someter a grandes modificaciones a lo largo de los años, los cuales significarán una importante reducción de las emisiones de efecto invernadero, y ahorros en las facturas de luz y gas debido a la sustitución de los combustibles fósiles por fuentes de energía renovables. Además, la digitalización jugará un papel relevante en este cambio, permitiendo la mejor comunicación entre las personas interesadas.



## 5. Certificación energética en España y herramientas utilizadas

Las primeras normativas relacionadas con la eficiencia energética en edificios se postularon en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que posteriormente se traspasó al Real Decreto 47/2007, mediante el cual se establece el procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción. [72]

Según el Real Decreto 47/2007 "la calificación de eficiencia energética es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación." Esta calificación se verá reflejada en un certificado de eficiencia energética, y más concretamente en una etiqueta, que es la misma para todo el territorio nacional. Más adelante se publicó la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, derogando la anterior ley e incorporando algunas novedades. Como resultado a estos cambios, en 2013 se introdujo en España el Real Decreto 235/2013 mediante el cual se aprobaba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios. [73]

Como consecuencia de las nuevas medidas de reducción de emisiones de la Unión Europea, se publica la Directiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, que dictaba una serie de normas a seguir por parte de los estados miembros para reducir su impacto medioambiental y cumplir con los nuevos objetivos. Tres años más tarde se publica el Real Decreto 390/2021, que incluye las exigencias de la directiva, además de ajustarse al parque edificado español.

En última instancia, el 23 de julio de este año se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto 659/2025, por el que se modifica parcialmente el RD 390/2021. Estos son algunos de los cambios que se introducen: [74]

- Ampliación del perfil de los técnicos competentes, pudiendo realizar la actividad no solo arquitectos e ingenieros si no también personas con título de formación o certificado profesional homologado, siempre que completen su formación con un curso de conocimientos básicos, específicos y administrativos de la eficiencia energética de edificios
- Se instala el Registro Administrativo Centralizado de Técnicos Competentes
- Se realizan modificaciones en algunos anexos
- Se deroga el Real Decreto 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares

El Real Decreto 253/2013 decreta la obligatoriedad de poseer un certificado energético y ponerlo a disposición de los posibles compradores, antes de vender o alquilar el inmueble, ya sea una vivienda individual, una vivienda unifamiliar, un bloque de viviendas o un local. Hay algunos casos que se excluyen de la aplicación de esta normativa: edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil menor a 50m<sup>2</sup>, edificios que se adquieran para grandes reformas o demolición, edificios o partes de ellos cuyo uso sea inferior a 4 meses al año, edificios industriales o partes de

estos que tengan una baja demanda energética, edificios de culto o protegidos oficialmente y construcciones provisionales cuyo uso previsto sea igual o inferior a 2 años. [75]

La finalidad del certificado es la promoción de la eficiencia energética y la posibilidad de darle al comprador la opción de valorar y comparar el gasto de energía y emisiones que supondrá el inmueble.

La duración del certificado es de 10 años, siendo necesaria su renovación si se realiza una reforma en el inmueble que pueda cambiar la calificación energética, como podría ser una modificación en las ventanas, en el aislamiento o la instalación de un nuevo sistema de calefacción, refrigeración y/o ACS, pues esto podría suponer una deducción fiscal en la declaración de la renta.

El resultado del certificado se divide en dos valores: el consumo de energía primaria no renovable y las emisiones de dióxido de carbono. Ambas cifras se ven reflejadas en la etiqueta de eficiencia energética, mediante una escala de letras que va desde la A hasta la G, siendo A lo más eficiente, y un código de colores del verde al rojo según emita más o menos emisiones de efecto invernadero. Dependiendo del tipo del inmueble, las cifras de la escala varían, modificando el resultado del certificado.

Tabla 2 - Etiqueta energética en función del tipo de inmueble (Fuente: Elaboración propia)

|                      | Consumo de Energía<br>Primaria No Renovable<br>[kWh/m <sup>2</sup> año] | Emisiones de Dióxido<br>de Carbono<br>[kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Vivienda individual  |                                                                         |                                                                                |
| Vivienda unifamiliar |                                                                         |                                                                                |
| Local                |                                                                         |                                                                                |

## 5.1. Contenido del certificado y procedimiento

Para hacer un certificado energético, lo primero que se necesita son los datos del cliente: Nombre y apellidos, DNI, Dirección de domicilio, Dirección de la vivienda de la que se va a hacer el certificado, y su Referencia Catastral. Una vez se tiene esta información, el técnico puede ir al inmueble a hacer la toma de datos, que consiste en un plano de la vivienda o local con las medidas de las fachadas, la localización de los huecos (puertas, ventanas y lucernarios) y sus características y otros elementos constructivos como el tipo de cubierta o el suelo. También es necesario tomar nota de las instalaciones, es decir, los sistemas productores de energía, que serán calefacción, refrigeración y ACS, y en el caso de locales también el tipo de iluminación. Si existen contribuciones energéticas que provengan de energías renovables como placas solares, se deben añadir también en el apartado de instalaciones.

Cuando se tiene toda esta información ya se puede empezar a introducir en el programa empleado, que podrá ser cualquiera de los mencionados en los apartados siguientes. Una vez finalizado esto, el programa genera los archivos necesarios, que serán el certificado de eficiencia energética propiamente dicho, que incluye la etiqueta con la calificación, y un documento con posibles reformas a realizar en el inmueble para mejorar su calificación. Para que el certificado sea válido, será necesario registrarlo en el órgano competente de la comunidad autónoma en la que se ubique el inmueble, y tendrá una validez de 10 años.

El certificado contendrá la siguiente información:

- Identificación del edificio: dirección y referencia catastral
- Información sobre el programa informático utilizado para realizar el certificado
- Datos del técnico certificador
- Indicación sobre la normativa vigente en el año de construcción del inmueble
- Descripción de las características energéticas del edificio, que incluye:
  - Superficie, imagen y situación
  - Envolvente térmica: cerramientos, huecos y lucernarios
  - Instalaciones térmicas: calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria
- Calificación energética obtenida expresada en la etiqueta, que se divide en emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de energía primaria no renovable
- Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética

## 5.2. Programas de certificación

Actualmente, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico permite la realización del certificado de eficiencia energética mediante siete programas que se explican brevemente a continuación:

### 5.2.1. Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC)

Es un software gratuito desarrollado en 2016 a partir de la unión de los anteriores programas de certificación llamados Líder y Calener. Cuenta con el reconocimiento tanto del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, como del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Este programa es más empleado en proyectos complejos y de obra nueva, ya que los datos se introducen con mayor detalle, siendo necesaria la realización de un plano 3D de la vivienda. Permite comprobar el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación y, al mismo tiempo, generar la certificación energética de los edificios. Se basa en un método general de cálculo mediante simulación horaria, lo que lo convierte en una herramienta precisa y adecuada tanto para obra nueva como para rehabilitación. [76] Esta es la forma de introducir los datos:

#### 1. Datos generales

Para comenzar con el certificado en HULC, lo primero será introducir los *Datos administrativos*, que incluyen el nombre, dirección, uso del edificio y la normativa vigente según el año de construcción, y la información sobre el técnico que realiza el certificado. En la siguiente pestaña se introducirán los *Datos generales*, que son: la definición del edificio (edificio nuevo o existente), el tipo de edificio (vivienda unifamiliar, vivienda en bloque, edificio terciario pequeño o mediano o gran edificio terciario), la altitud y la zona climática, que se obtendrán del Anejo B del Documento Básico HE, la ventilación del edificio y el tipo de uso de los espacios habitables (residencial o terciario). La siguiente pestaña se corresponde con las *Fuentes de energía*, donde se encuentra una tabla con los factores de paso de energía final de los diferentes combustibles, cuyos valores varían si la localidad de cálculo es peninsular o extra peninsular. Además, también se piden los valores para la “energía eléctrica generada” y la “energía eléctrica generada y autoconsumida”.

La siguiente pantalla es la de Opciones generales del edificio, donde se seleccionará el periodo de aplicación de elementos estacionales de sombras en huecos.

Para acabar con este primer apartado, lo único que falta es la ventana de *Imágenes y otros datos*, donde se introducirán imágenes representativas del proyecto: una imagen de la fachada del inmueble y el plano de situación.

#### 2. Definición geométrica, constructiva y condiciones operacionales

El gestor de la base de datos despliega un árbol con tres carpetas diferentes que se corresponden con los elementos constructivos: *opacos*, *semitransparentes* y *puentes térmicos*. Los primeros se subdividen en otras dos carpetas: *materiales* y *productos*, y *cerramientos* y *particiones*. Dentro de *semitransparentes* se encuentran los *vidrios*, *marcos* y *huecos* y *lucernarios*. Para añadir elementos se pulsa sobre la carpeta con el botón derecho del ratón y se despliegan tres opciones: *Crear grupo material*,

*Cargar librería y Guardar librería.* Para crear un material, se selecciona el grupo creado, se pulsa el botón derecho del ratón y se clic sobre *Crear material*. Pulsando nuevamente sobre este se pueden modificar sus propiedades. Esta es la metodología para añadir todos los elementos constructivos. [77]

Así es como se debería ver la base de datos una vez añadidos los elementos:

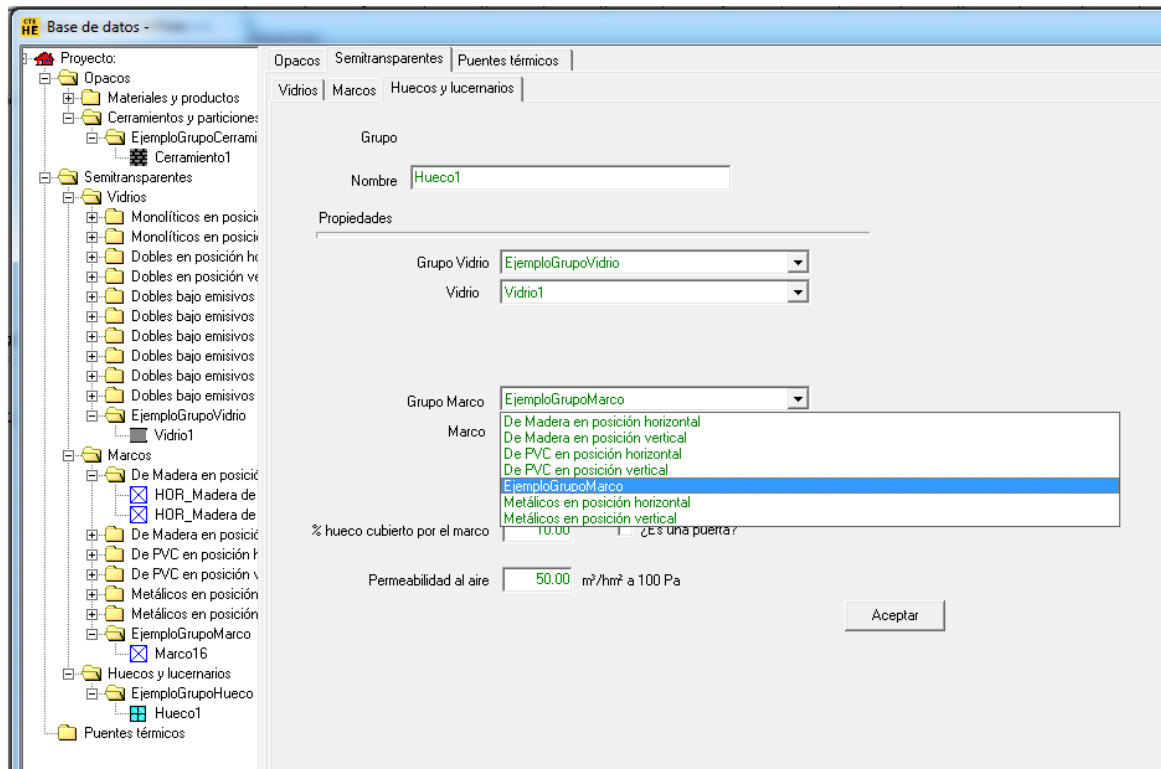


Figura 10 – HULC: Base de datos (Fuente: Manual Lider-Calener IDAE)

Pulsando en el botón de opciones aparecen dos pestañas: *Espacio de trabajo* y *Cerramientos y Particiones interiores predeterminados*. El primero sirve para configurar el espacio de trabajo y fijar la orientación del edificio. En la segunda pestaña se asignan las características constructivas a los elementos definidos previamente en la base de datos.

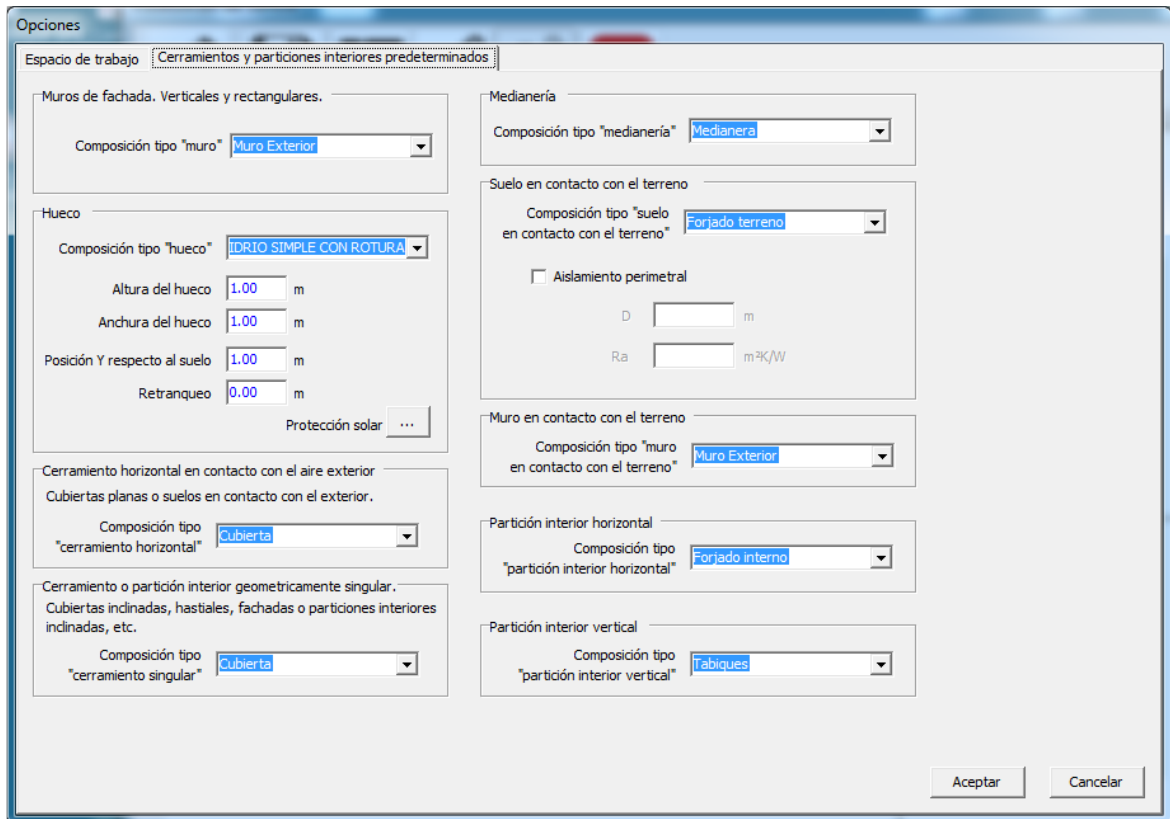


Figura 11 – HULC: Opciones: Espacio de trabajo (Fuente: Manual Lider-Calener IDAE)

Una vez se han introducido todos los elementos se pulsa “Aceptar” y se cierra la ventana de Opciones para comenzar con los planos del edificio en la siguiente pantalla:

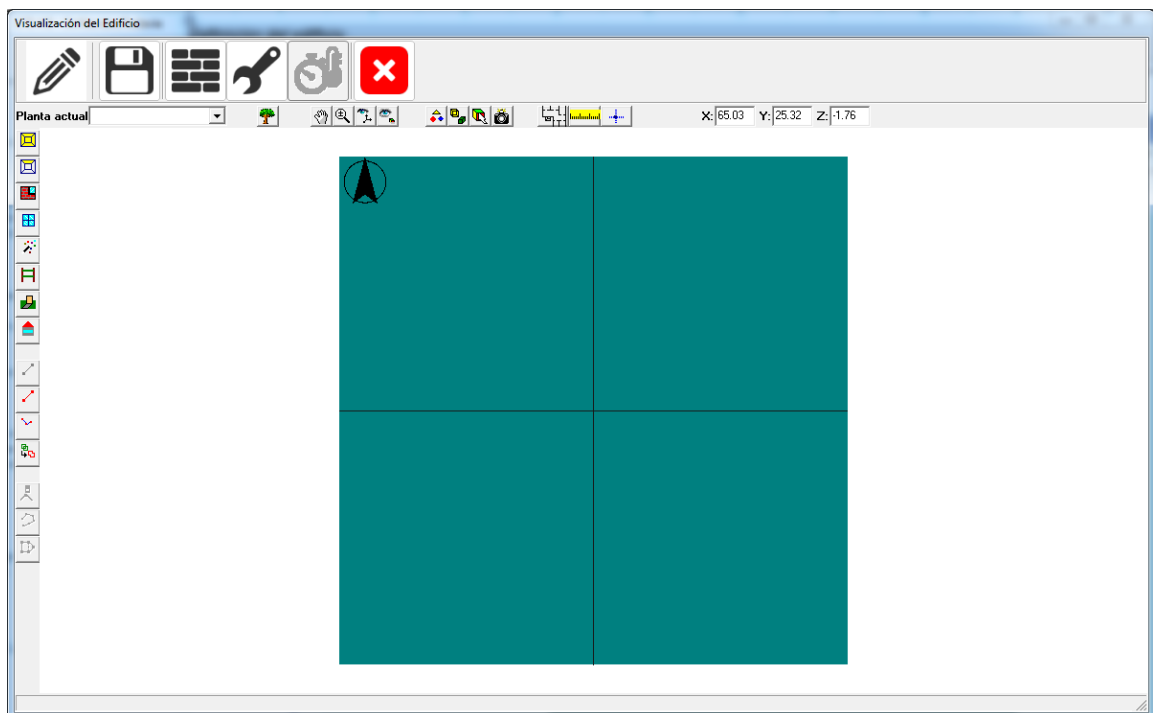


Figura 12 – HULC: Visualización del edificio (Fuente: Manual Lider-Calener IDAE)



Para ello habrá que cargar los planos ya definidos en otro programa como Autocad y se irá creando el modelo en 3D. Una vez está introducido, se realizarán los cambios convenientes, como por ejemplo la adición de cubiertas y ventanas.

Cuando el modelo 3D ya está terminado, lo único que falta es recalcular los puentes térmicos en la *Base de datos*.

Por último, se pulsará sobre el botón *CTE HE-1* situado en la barra de herramientas, que calculará la demanda de calefacción y refrigeración del edificio en comparación con los valores límite definidos en el código técnico, que se muestra en forma de gráfico de barras.

Para recibir la calificación energética final en valores de emisiones de CO<sub>2</sub> y de consumo de energía primaria no renovable, será necesario definir las instalaciones. Estas se introducirán pulsando sobre el botón *Calener-VYP* o *Calener-GT*, en función del tipo de edificio. Como resultado se obtienen las calificaciones energéticas en cuanto a demanda de calefacción y refrigeración, consumos de energía final y primaria no renovable y emisiones de CO<sub>2</sub>. [78]

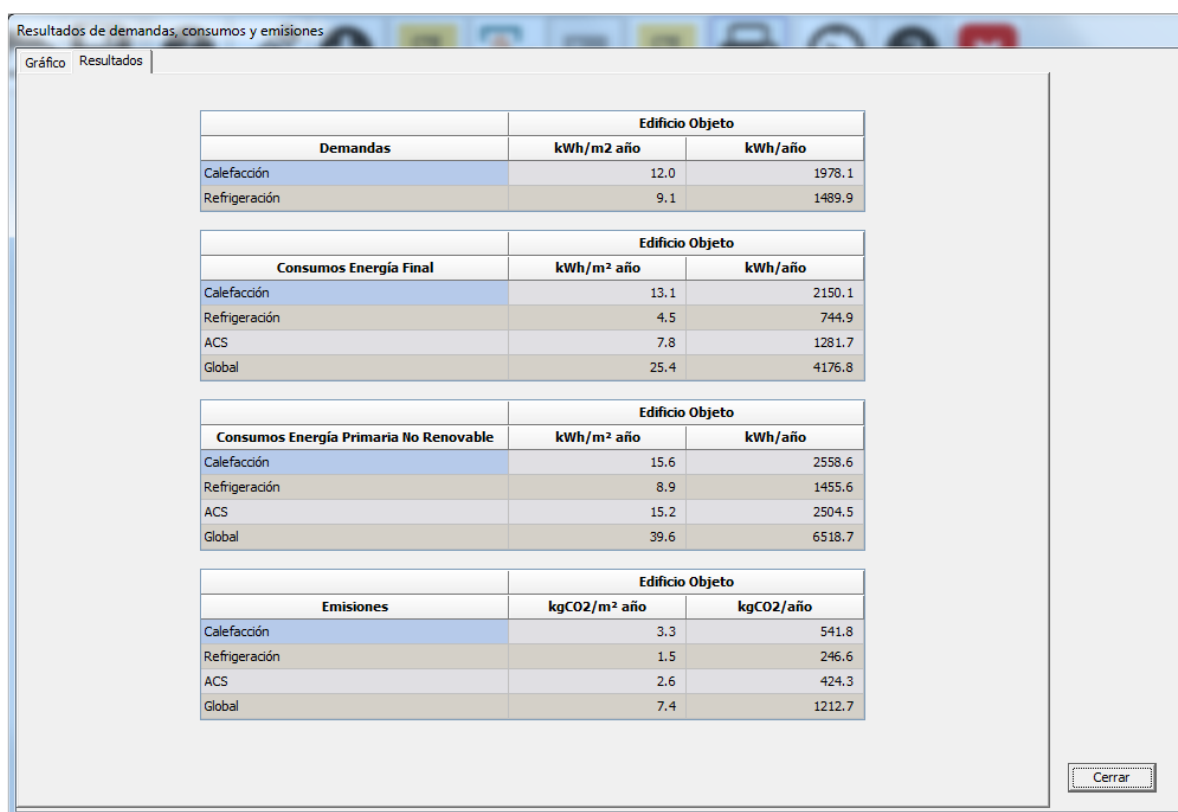


Figura 13 – HULC: Resultados de demandas, consumos y emisiones (Fuente: Manual Lider-Calener IDAE)

### 5.2.2. Cerma

Es un programa informático desarrollado por el Instituto Valenciano de Edificación y la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), reconocido por el Ministerio de Energía. Emplea un método simplificado para obtener la calificación energética únicamente de edificios residenciales. Su manejo es más ágil y accesible, lo que la hace especialmente útil para viviendas unifamiliares y bloques residenciales, manteniendo la validez oficial del certificado energético.

A pesar de ser una herramienta simplificada, muestra los valores de demanda energética, energía consumida y emisiones de CO<sub>2</sub> de cada elemento de la envolvente, así como de las instalaciones, en gráficos muy visuales que pueden ser de gran utilidad. [79]

### 5.2.3. CE3

Al igual que el Cerma, también utiliza un método simplificado, pensado principalmente para edificios existentes, tanto de uso residencial como terciario. En lugar de recurrir a simulaciones dinámicas, emplea tablas, lo que permite obtener resultados de forma rápida, aunque con menor precisión, por lo que es uno de los programas menos empleados. [80]

### 5.2.4. CYPETHERM HE Plus

Cypetherm es una aplicación gratuita desarrollada por CYPE, diseñada para la certificación de eficiencia energética de edificios y la justificación de cumplimiento del DB-HE del CTE. Permite simular energéticamente un edificio utilizando un modelo calculado con EnergyPlus para evaluar su comportamiento en términos de demanda energética, consumo y contribución de energías renovables para la producción de agua caliente sanitaria. [81]

### 5.2.5. SG SAVE

Desde el 8 de julio de 2018, se permitió la utilización de SG SAVE para la realización de certificados energéticos de forma oficial. Al igual que la mayoría de estos programas, para el funcionamiento de SG SAVE es necesaria la realización de un plano en otro programa, por ejemplo, Sketchup, que se usará como base para la construcción del edificio en tres dimensiones. En este se añadirán los huecos y se detallarán los demás elementos constructivos, instalaciones y otras especificaciones. Como resultado, el programa da la opción de realizar numerosos gráficos, para ver por ejemplo la demanda de la calefacción o refrigeración en función del mes, la distribución de las

temperaturas en las zonas de la casa para ver sobrecalentamientos, las potencias máximas de calefacción o refrigeración, ... [82]

#### 5.2.6. TeKton3D TK-CEEP

TeKton3D, desarrollado por iMventa ingenieros utiliza EnergyPlus como motor de cálculo, un programa altamente prestigioso desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. Para la realización de certificado es necesario modelar el edificio, que se hace desde el área de trabajo, al igual que las instalaciones. Una vez finalizado, genera automáticamente el certificado energético, el informe de mejoras y ofrece un análisis detallado del comportamiento energético del edificio. [83]

#### 5.2.7. CE3X

CE3X es un programa simplificado muy empleado en la certificación energética para venta o alquiler de inmuebles, por su intuitiva interfaz y la precisión de sus resultados. Determina la eficiencia energética de un inmueble mediante la comparación de los datos introducidos con una base de datos en la que se encuentran simulaciones con las diferentes zonas climáticas existentes, calculadas a partir de CALENER. [84]

Es el programa empleado en el siguiente apartado para la realización del certificado energético de una vivienda unifamiliar en Gijón, por lo que se explicará su funcionamiento.

Para empezar a introducir los datos, primero se debe seleccionar el uso del edificio, ya sea *Residencial*, *Pequeño Terciario* o *Gran Terciario*, en una ventana que aparece nada más abrir el programa.



Figura 14 – CE3X: Tipo de edificio (Fuente: Captura de pantalla propia (aplicable a todas las figuras cuyo nombre comienza por CE3X))

Una vez seleccionada una de las opciones, se entra a la pantalla principal de CE3X, en la que se distinguen cuatro pestañas: *Datos administrativos*, *Datos generales*, *Envoltura térmica* e *Instalaciones*, y la barra de herramientas superior.

Esta tiene las siguientes opciones:

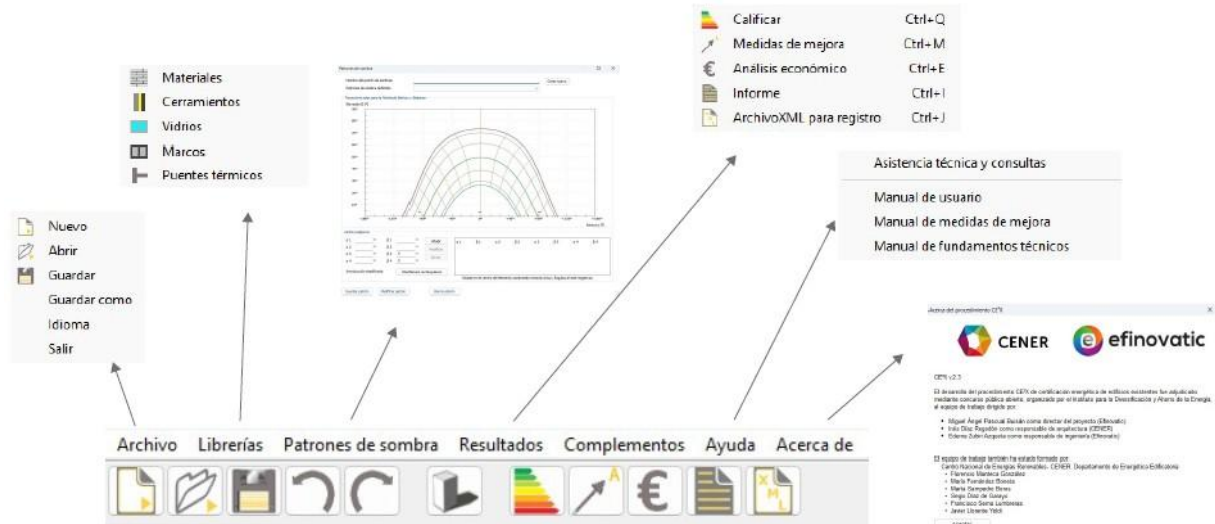


Figura 15 – CE3X: Barra de herramientas

Los iconos de la fila de debajo, de izquierda a derecha, sirven para:

- Borrar todos los campos para comenzar con un proyecto de nuevo
- Cargar un proyecto desde un archivo
- Guardar en un archivo el proyecto actual
- Deshacer y Rehacer
- Definición sombras (misma pantalla que en Patrones de sombra): permite introducir elementos que generan sombra sobre el edificio del que se está realizando el certificado
- Calificar el proyecto: es la pantalla que se ve en la Figura 61 – CE3X: Calificación energética
- Medidas de mejora
- Análisis económico
- Generar el informe del proyecto
- Genera el archivo .xml para el registro en el órgano competente de la CCAA correspondiente

Esta es la información que hay que rellenar en cada pestaña:

### 1. Datos administrativos

En esta primera pantalla se introducen los datos proporcionados por el cliente y los del técnico: *Localización e Identificación del edificio*; *Datos del cliente* y los *Datos del técnico certificador*.

**Localización e identificación del edificio**

Nombre del edificio

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal

Referencia Catastral  +

**Datos del cliente**

Nombre o razón social

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal

Teléfono  E-mail

**Datos del técnico certificador**

Nombre y Apellidos  NIF

Razón social  CIF

Dirección

Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal

Teléfono  E-mail

Titulación habilitante según normativa vigente

Figura 16 – CE3X: Datos administrativos

## 2. Datos generales

Aquí habrá que meter el año de construcción del inmueble y la normativa vigente en el momento, dentro de estas cuatro opciones:

- Antes de 1981, Anterior al NBE-CT-79
- Entre 1981 y 2007, Real Decreto NBE-CT-79
- Entre 2007 y 2014, Real Decreto CTE 2006
- Después de 2014, Real Decreto CTE 2013

El tipo de edificio dependerá de la opción elegida en la primera pestaña, si se ha escogido *Residencial*, hay tres opciones: *Unifamiliar*, *Bloque de Viviendas* y *Vivienda Individual*. Si se ha elegido *pequeño o gran terciario*, las opciones son: *Edificio completo* o *Local*.

La *Provincia* y *Localidad* se rellenarán automáticamente en función de lo escrito en la primera ventana, en *Localización e identificación del edificio*.

Dentro de *Definición edificio*, será necesario introducir la superficie útil habitable en m<sup>2</sup>. Esta cifra se puede obtener de varias formas: mediante la medición “in situ” del inmueble, empleando los planos de la vivienda o mirando la cifra que viene en el catastro y multiplicándola por 0,95 para eliminar los huecos que ocupan los muros. También faltaría la altura libre de planta, que normalmente es 2,5m, el número de plantas habitables, la ventilación del inmueble y la demanda diaria de ACS.

La *ventilación del inmueble* es una medida que viene dada por las renovaciones por hora, y cuantifica las veces en que se renueva el aire en una estancia en una hora. Cuanto mayor sea este número, mejor será la calidad del aire y la eliminación de CO<sub>2</sub> y olores, pero también implica una pérdida de calor del inmueble, lo que se traduce en un mayor gasto de calefacción, y por tanto una reducción en la eficiencia energética.

El método para calcular la ventilación del inmueble viene dado en el Documento Básico de Salubridad (DB HS), mediante una tabla en la que se dictan los valores mínimos del caudal de cada sala en litros por segundo.

Para calcular la *demanda diaria de ACS* se empleará el Anejo F del Documento Básico de Ahorro de Energía, en el que se detalla el método de cálculo.

Para acabar con la ventana de *Datos generales*, sólo queda la *Masa de las particiones internas*, que se elige según estos valores:

Seleccione la opción más conveniente para describir la masa de los forjados y particiones interiores:

- Ligera: masa inferior a 200 kg/m<sup>2</sup>
- Media: masa entre 200 y 500 kg/m<sup>2</sup>
- Pesada: masa superior a 500 kg/m<sup>2</sup>

Figura 17 – CE3X: Masa de las particiones

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

**Datos generales**

Normativa vigente  ? Año construcción

Tipo de edificio

Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Zona climática  HE-1 HE-4

**Definición edificio**

Superficie útil habitable  m<sup>2</sup>

Altura libre de planta  2,7 m

Número de plantas habitables

Ventilación del inmueble  0,63 ren/h

Demanda diaria de ACS  l/día

Masa de las particiones internas  Media

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Figura 18 – CE3X: Datos generales

### 3. Envoltente térmica

Aquí es donde se van a introducir los datos constructivos del inmueble, como la cubierta, los muros, el suelo, las particiones interiores, los huecos o lucernarios y los puentes térmicos. Lo único que se van a tener que introducir siempre al hacer un certificado son los muros, ya que los demás dependen de la construcción del inmueble.

A la derecha de la pantalla del CE3X se muestra un croquis sencillo de un edificio, y en función del elemento seleccionado (cubierta, muro, suelo, ...), se puede distinguir a qué se está refiriendo el programa. A la izquierda, debajo de *Edificio objeto* se formará un árbol en el que se mostrarán los diferentes elementos que se añadan al certificado, de manera que se pueda editar una vez añadido.

Figura 19 - CE3X: Envoltente térmica

#### a. Cubierta

La cubierta sólo se añadirá cuando la vivienda tenga contacto con la cubierta en un espacio habitable, es decir, si una vivienda unifamiliar tiene en la planta superior un trastero no calefactado, ese espacio se introducirá como partición interior superior, pero no habrá que añadir una cubierta, pues no hay contacto directo con la vivienda.

Clicando sobre *Cubierta* aparecen dos opciones: *Cubierta enterrada* o *Cubierta con aire*.

En la imagen de debajo se muestra una Cubierta en contacto con aire y así sería una cubierta enterrada:

#### Envoltente térmica del edificio

- ☒ Cubierta
 ☐ Enterrada  
☐ Muro
 ☐ En contacto con el aire  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico

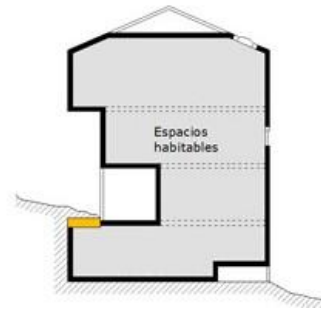
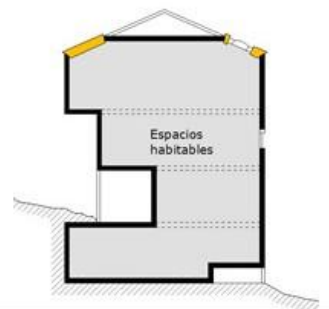


Figura 20 - CE3X: Cubierta enterrada

En la parte inferior habrá que introducir las características de la cubierta: El nombre, la superficie, y elegir entre *Cubierta plana* o *Cubierta inclinada*. Las propiedades térmicas se pueden poner *Por defecto* si no se conocen los valores exactos, o *Conocidas* o *Estimados* en caso contrario.

#### Envoltente térmica del edificio

- ☒ Cubierta
 ☐ Enterrada  
☐ Muro
 ☒ En contacto con el aire  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico



#### Cubierta en contacto con el aire

|                                            |                         |                       |                            |
|--------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Nombre                                     | Cubierta con aire       | Zona                  | Edificio Objeto            |
| Dimensiones                                |                         | Características       |                            |
| Superficie                                 | <input type="text"/> m2 | Patrón de sombras     | Sin patrón                 |
| Longitud                                   | <input type="text"/> m  |                       |                            |
| Anchura                                    | <input type="text"/> m  |                       |                            |
| Parámetros característicos del cerramiento |                         |                       |                            |
| Propiedades térmicas                       | Por defecto             | Transmitancia térmica | <input type="text"/> W/m2K |
| Clase de cubierta                          | Cubierta plana          |                       |                            |

Figura 21 - CE3X: Cubierta

#### b. Muro

Al empezar con el apartado de Envoltente térmica, lo primer que hay que hacer es introducir los diferentes muros, ya que las demás características irán ligadas a estos, para ello será necesario distinguir entre *Muro de Fachada* (muro exterior que da al exterior), *Medianería* (Muro que es compartido con otro edificio) o *Muro en contacto con el terreno*. Otra posibilidad es que el muro se comparta con un piso del mismo



edificio, pero esto no se añade ya que se presupone que la vivienda colindante está calefactada, por lo que no afecta a las propiedades térmicas de la vivienda que se está estudiando. Estos son los tres tipos de muros mencionados:

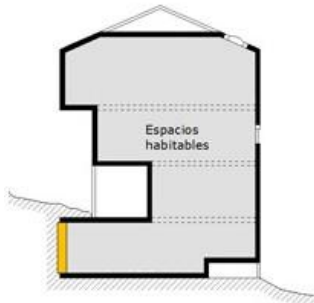


Figura 22 - CE3X: Muro en contacto con el terreno

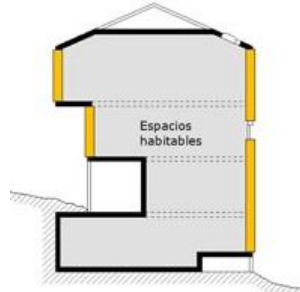


Figura 23 - CE3X: Muro de fachada

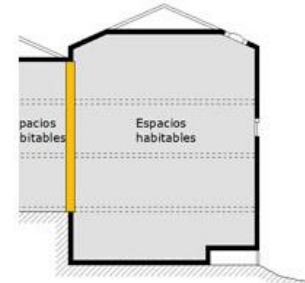


Figura 24 - CE3X: Muro de Medianería

En la parte de debajo de la pantalla, las características básicas que se deben rellenar son el nombre del muro, su superficie y las propiedades térmicas. Si es muro de fachada también se debe seleccionar la orientación, y si es Medianería el tipo de muro, que puede ser ligero o pesado.

**Envoltura térmica del edificio**

☐ Cubierta  
☒ Muro ☒ En contacto con el terreno  
☐ Suelo ☐ De fachada  
☐ Partición interior ☐ Medianería  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico

**Muro en contacto con el terreno**

Nombre:  Zona:

**Dimensiones**

Superficie:  m<sup>2</sup>

Longitud:  m

Altura:  m

**Parámetros característicos del cerramiento**

Propiedades térmicas:  Transmisión térmica:  W/m<sup>2</sup>K

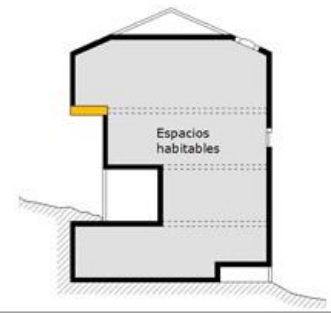
Figura 25 - CE3X: Muro

### c. Suelo

Aquí habrá que añadir el Suelo en contacto con el terreno y el Suelo en contacto con el aire exterior, este último es para superficies que se encuentren en voladizo. Las características a rellenar son las mismas que en los demás apartados.

### Envolvente térmica del edificio

- ☐ Cubierta  
☐ Muro  
☒ Suelo
 ☐ En contacto con el terreno  
☒ En contacto con el aire exterior  
☐ Partición interior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico



### Suelo en contacto con el aire exterior

Nombre:  Zona:

Dimensiones

Superficie:  m<sup>2</sup>

Longitud:  m

Anchura:  m

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas:  Transmitancia térmica:  W/m<sup>2</sup>K

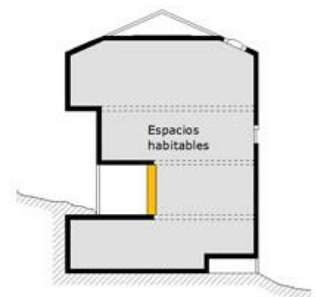
Figura 26 - CE3X: Suelo

#### d. Partición interior

Una partición interior es un espacio no calefactado en contacto con la vivienda. Pueden ser de tres tipos: una *Partición vertical* es por ejemplo una galería, una *Partición horizontal en contacto con el espacio NH* (no habitado) superior sería el espacio que se queda entre la cubierta y la vivienda, y una *Partición Horizontal en contacto con espacio NH inferior* es por ejemplo un garaje. Dentro de esta última se debe elegir entre: *Cámara sanitaria*, *Garaje/Espacio enterrado* y *Local en superficie*.

### Envolvente térmica del edificio

- ☐ Cubierta  
☐ Muro  
☐ Suelo  
☒ Partición interior
 ☒ Vertical  
☐ Horizontal en contacto con espacio NH superior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Horizontal en contacto con espacio NH inferior  
☐ Puente térmico



### Partición interior vertical

Nombre:  Zona:

Dimensiones

Superficie de la partición:  m<sup>2</sup>

Longitud:  m

Altura:  m

Parámetros característicos para el cálculo de la U global

Propiedades térmicas: Uglobal:  Transmitancia térmica:  W/m<sup>2</sup>K

Figura 27 - CE3X: Partición interior

#### e. Hueco / Lucernario

Dentro de la envolvente térmica, este es el apartado más laborioso ya que los huecos son los elementos más débiles en lo que respecta a la transmitancia térmica, porque en invierno se pierde el calor generado en el interior y en verano entra el calor del exterior. Por ello es fundamental tener bien definidas sus características, en las que se engloban:

- Permeabilidad del hueco: es la propiedad que tiene una ventana o puerta, de permitir el paso del aire a través de ella cuando existe una diferencia de presión entre sus caras. Cuanto mayor sea esta cifra, más intercambio de aire se produce entre interior y exterior, y por tanto se gastará más energía para enfriar o calentar la casa. [85]
- La absorptividad del marco: es el color que tiene este, influye en la cantidad de calor absorbido, ya que un color oscuro absorbe mucha más radiación solar que uno claro.
- Dispositivo de protección solar: son elementos que protegen las ventanas de la radiación solar, entre ellos se encuentran:
  - Voladizo: cuando una ventana tiene encima una superficie horizontal perpendicular.
  - Retranqueo: es cuando una puerta o ventana está metida dentro de la fachada, de manera que entre la ventana y la fachada hay una cierta distancia, normalmente de 0,15 o 0,2 mm, aunque pueden tener otras dimensiones.
  - Lamas horizontales y verticales: son elementos arquitectónicos alargados, que se instalan por fuera de las ventanas para regular la luz solar que entra al edificio. Pueden ser fijos u orientables. Para introducirlas en el programa se necesita el ángulo de orientación desde la fachada, la transmisividad y la reflectividad, que tiene que proporcionar el fabricante. La transmisividad es la capacidad que tienen las lamas de permitir el paso de la luz a través de ellas, y la reflectividad es la capacidad de reflejarla.

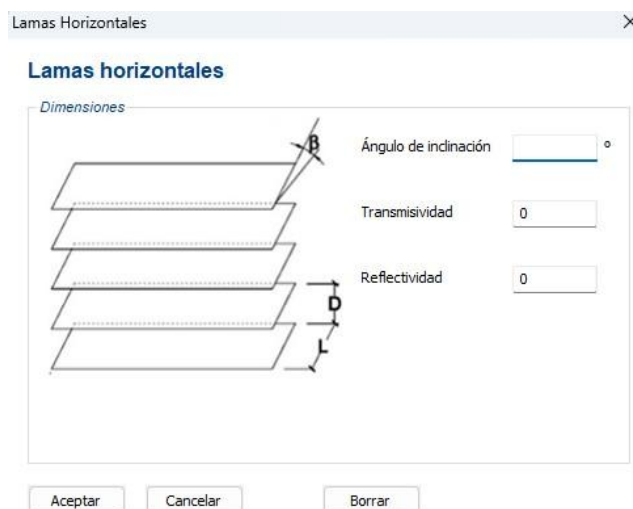


Figura 28 - CE3X: Lamas horizontales

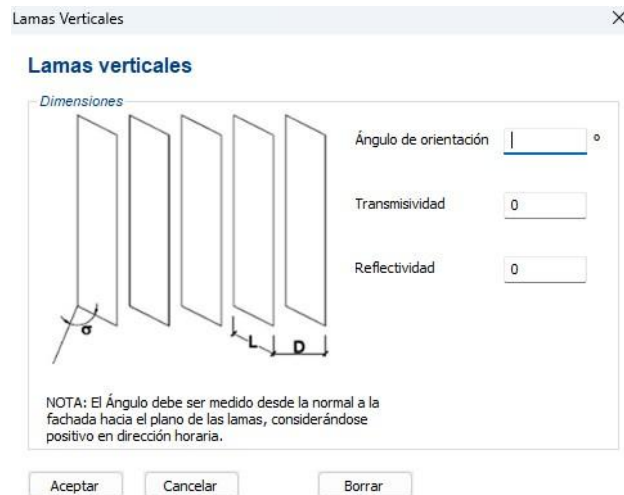


Figura 29 - CE3X: Lamas verticales

- Toldos: estos pueden afectar en gran medida a la reducción de la demanda de refrigeración en climas cálidos cuando se introducen como medida de mejora de los huecos.
- Lucernarios: para introducir un lucernario en el CE3X, se hace igual que una ventana, pero seleccionando la opción de lucernario dentro de *Dispositivo de protección solar*, e introduciendo su longitud, altura y profundidad.
- Corrector del factor solar: es un valor que indica la medida en que afecta un dispositivo de protección solar a la radiación que incide sobre este. Se deberán introducir dos valores entre 0 y 1 correspondientes a invierno y a verano, siendo 0 que el dispositivo bloquea el 100% de la radiación solar, y 1 que entra el 100% de esa radiación al edificio.

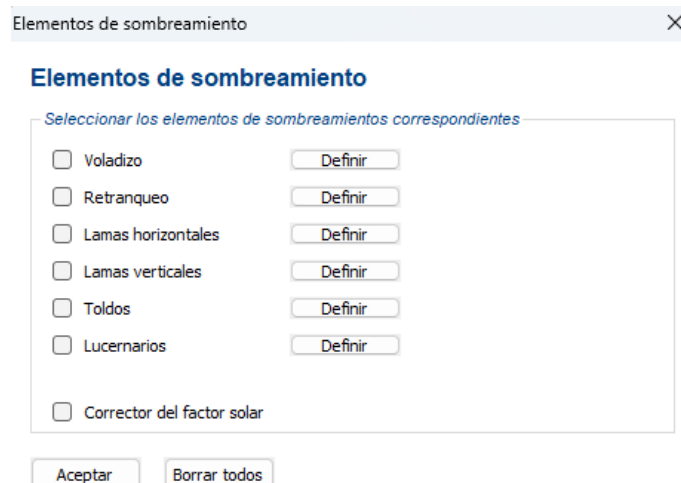


Figura 30 - CE3X: Elementos de sombreado

Adicionalmente, se deben añadir las propiedades térmicas del hueco, es decir, el tipo de vidrio y de marco. El tipo de vidrio puede ser simple, doble o doble bajo emisivo, siendo el doble bajo emisivo el mejor para frenar el intercambio de aire entre interior y exterior. El marco puede ser metálico sin RPT, metálico con RPT, PVC y madera. RPT significa rotura de puente térmico y es la técnica utilizada para reducir la transferencia de calor entre interior y exterior. Si se ha instalado una ventana doble, se debe seleccionar la opción *Doble ventana*.

**Envolvente térmica del edificio**

☐ Cubierta  
☐ Muro  
☐ Suelo  
☐ Partición interior  
☒ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico



**Hueco/Lucernario**

Nombre:

Cerramiento asociado:

Orientación:

**Dimensiones**

Longitud:  m

Altura:  m

Multiplicador:

Superficie:  m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco:  %

**Características**

Permeabilidad del hueco:  100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>

Absortividad del marco:  0.75

☐ Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras:

☐ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

**Propiedades térmicas**

Tipo de vidrio:

Tipo de marco:

|                 |      |                    |
|-----------------|------|--------------------|
| <i>U</i> vidrio | 3.3  | W/m <sup>2</sup> K |
| <i>g</i> vidrio | 0.75 |                    |
| <i>U</i> marco  | 5.7  | W/m <sup>2</sup> K |

Figura 31 - CE3X: Hueco/Lucernario

#### f. Puente térmico

Según el Documento Básico HE del Código Técnico de la Edificación, un puente térmico es “aquella zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.” Es decir, son puntos del edificio por los que se produce una transmisión de temperaturas entre el interior y el exterior, afectando negativamente a la eficiencia energética. Estos dependerán en gran medida del año de construcción del edificio, ya que se publicaron nuevas directivas

que actualizaban las normas básicas de la edificación. Si el inmueble se construyó entre 1981 y 2007, se aplicará la NBE-CT-79, si está entre el 2007 y el 2014 el CTE 2006 y si se construyó después de 2014 se aplicará el CTE 2013.

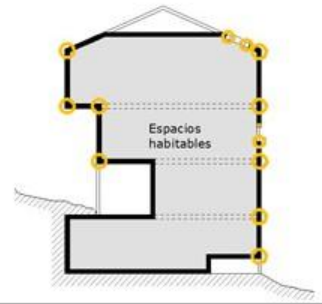
Los puentes térmicos también dependen de si se han realizado reformas en el inmueble, como por ejemplo si se han instalado ventanas nuevas recientemente, pues esto podría suponer la eliminación de los puentes térmicos en la zona reformada.

Se pueden insertar los puentes térmicos dados por defecto por el programa, o definirlos uno mismo.

#### Envoltura térmica del edificio

- ☐ Cubierta
- ☐ Muro
- ☐ Suelo
- ☐ Partición interior
- ☐ Hueco/Lucernario
- ☒ Puente térmico

Definidos por usuario



#### Puente térmico por defecto

##### Definir puentes térmicos por defecto

- ☒ Pilar integrado en fachada
- ☐ Pilar en esquina
- ☐ Contorno de hueco
- ☐ Caja de persiana
- ☐ Encuentro de fachada con forjado
- ☐ Encuentro de fachada con cubierta
- ☐ Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- ☐ Encuentro de fachada con solera

Cargar

Borrar

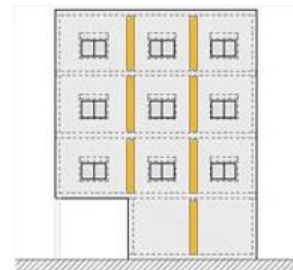


Figura 32 - CE3X: Puentes térmicos por defecto

Pilar integrado en fachada  
Pilar en Esquina  
Contorno de hueco  
Caja de Persiana  
Encuentro de fachada con forjado  
Encuentro de fachada con voladizo  
Encuentro de fachada con cubierta  
Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire  
Encuentro de fachada con solera  
Jamba  
Dintel  
Alfeizar  
Esquina hacia el exterior  
Esquina hacia el interior

Figura 33 - CE3X: Puentes térmicos definidos por usuario

#### 4. Instalaciones

Aquí se introducen las instalaciones del edificio, es decir, los sistemas de calefacción, refrigeración, ACS y contribuciones energéticas como placas solares. Para los tres primeros es necesario seleccionar el tipo de generador y de combustible que tienen y la superficie en la que se cubre la demanda. La parte de rendimiento medio estacional es diferente en función de si las instalaciones cubren la demanda de refrigeración. En este caso es necesario introducir la antigüedad del equipo, ya que la eficiencia energética de este tipo de sistemas ha cambiado mucho a lo largo de los años, por lo que sabiendo el año el programa da valores mucho más concordes a los reales. Además, no se requerirá la especificación del *Aislamiento de la caldera*, que puede ser: Bien aislada y mantenida, Antigua con aislamiento medio, Antigua con mal aislamiento o Sin aislamiento.

En los equipos de ACS cuya preparación no sea instantánea se deberán añadir los litros de acumulación y sus temperaturas alta y baja.

Las opciones dentro de *Tipo de generador* son las siguientes: Caldera Estándar, caldera Condensación, Caldera baja Temperatura, Bomba de Calor, Bomba de Calor-Caudal Ref. Variable, Efecto Joule y Equipo de Rendimiento constante.

Los tipos de *combustible* son: Gas Natural, Gasóleo-C, Electricidad, GLP, Carbón, Biocarburante, Biomasa no densificada y Biomasa densificada (pelets).

**Instalaciones del edificio**

☒ Equipo de ACS
 ☐ Contribuciones energéticas

☐ Equipo de sólo calefacción  
☐ Equipo de sólo refrigeración  
☐ Equipo de calefacción y refrigeración  
☐ Equipo mixto de calefacción y ACS  
☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

---

**Equipo de ACS**

Nombre:

Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

ACS

Superficie (m2):

Porcentaje (%):

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Rendimiento medio estacional:  %

Potencia nominal:  kW

Carga media real bcomb:  ?

Rendimiento de combustión:  %

Aislamiento de la caldera:

☐ Con Acumulación

Figura 34 - CE3X: Instalaciones



Las contribuciones energéticas funcionan de manera diferente, pues son otros los datos que se necesitan para definir sus características. Se podrá introducir el porcentaje de demanda de ACS, de refrigeración y/o de calefacción, o también la generación de electricidad producida por las energías renovables.

### Instalaciones del edificio

- ☐ Equipo de ACS
 ☒ Contribuciones energéticas
- ☐ Equipo de sólo calefacción
- ☐ Equipo de sólo refrigeración
- ☐ Equipo de calefacción y refrigeración
- ☐ Equipo mixto de calefacción y ACS
- ☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

### Contribuciones energéticas

Nombre

Contribuciones energéticas

Zona

Edificio Objeto

#### ☒ Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto  %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto  %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto  %

#### ☒ Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración

Energía eléctrica generada para autoconsumo  kWh/año

Energía consumida  kWh/año

Calor recuperado para ACS  kWh/año

Tipo de combustible

Calor recuperado para calefacción  kWh/año

Frío recuperado  kWh/año

Figura 35 - CE3X: Instalaciones: Contribuciones energéticas



## 6. Caso práctico de una vivienda con CE3X

### 6.1. Descripción de la vivienda

Se va a realizar el certificado de eficiencia energética de una vivienda situada en el barrio de Somio, en Gijón, Asturias. Se trata de una vivienda unifamiliar construida en el año 1959, construida sobre una estructura de hormigón armado. Consta de dos plantas, dentro de las cuales hay salas a diferentes niveles que se denominarán entreplantas. Una parte de la planta baja tiene en la parte inferior un garaje y un almacén a nivel del suelo, y la otra parte una cámara sanitaria de 70cm de profundidad que se puede ver en la siguiente foto.



*Figura 36 – Fachada Norte – Sureste*

A continuación, se mostrarán todas las fachadas de la casa desde diferentes ángulos, con el fin de poder entender mejor su distribución.



*Figura 37 – Fachada Norte*

En la imagen superior se puede ver la fachada norte de la casa, en la que se encuentra la entrada, a su lado el garaje, y encima de ambos la terraza delantera de la primera planta. También se puede ver la ubicación de las ventanas.



*Figura 38 – Fachada Suroeste*

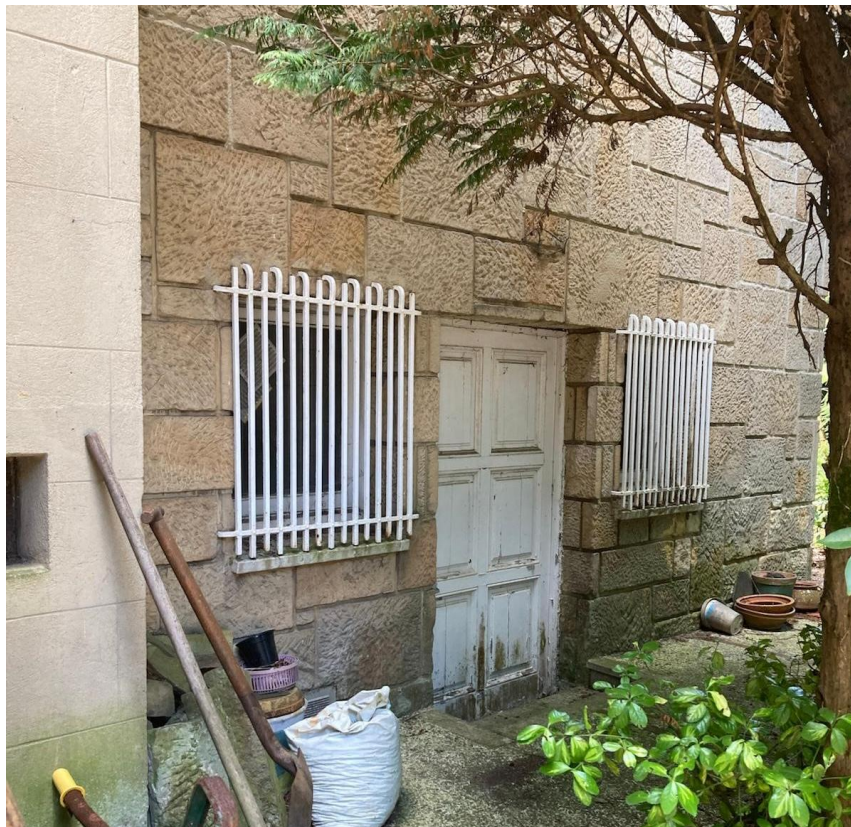


La fachada suroeste está en el lado contrario a la norte, y es aquella en la se encuentra la terraza principal, cuyas escaleras se pueden ver en la imagen superior. También se distinguen las ventanas 5, 6, 7 y 8, y la 18 y 19 de la planta superior.



*Figura 39 – Fachada Suroeste*

Este es otro ángulo de la fachada suroeste, en la que se distingue también la ventana 9 a la izquierda de la imagen, debajo de la terraza de la primera planta.



*Figura 40 – Fachada Norte Semisótano*

Esta foto fue tomada desde el lado izquierdo del garaje y muestra las dos ventanas y la puerta de la fachada norte del semisótano.



*Figura 41 – Fachada Oeste*

Esta es la fachada oeste, en la que se sitúan las ventanas 10, 11 y 12 del salón, y en pequeño se puede ver la ventana del baño del semisótano.

## 6.2. Recolección de datos

Para comenzar con el certificado energético se realizó una visita a la vivienda, donde se dibujaron los planos de cada planta, indicando las dimensiones, la colocación de las ventanas, las alturas de cada entreplanta, las particiones interiores (vertical, inferior y superior) y las zonas con cubierta. También se anotaron todas las características necesarias de las ventanas: dimensiones, retranqueo, voladizo, lamas horizontales en algunas ventanas, tipo de marco y su color y tipo de vidrio.

Posteriormente se buscó la vivienda en el catastro para averiguar sus metros cuadrados, el año de construcción y su orientación, fundamental para la realización del certificado.



**DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE**

Referencia catastral
7546032TP8274N0001GY

Localización
CR DE SOMIO 1043  
33203 GIJON (ASTURIAS)

Clase
Urbano

Uso principal
Residencial

Superficie construida
263 m<sup>2</sup>

Año construcción
1959

**PARCELA CATASTRAL**



Parcela construida sin división horizontal

Localización
CR DE SOMIO 1043  
GIJON (ASTURIAS)

Superficie gráfica
1.103 m<sup>2</sup>

**CONSTRUCCIÓN**

| Uso principal | Escalera | Planta | Puerta | Superficie m <sup>2</sup> | Tipo Reforma | Fecha Reforma |
|---------------|----------|--------|--------|---------------------------|--------------|---------------|
| VIVIENDA      | 1        | BJ     | 01     | 148                       |              |               |
| APARCAMIENTO  | 1        | BJ     | 02     | 7                         |              |               |
| VIVIENDA      | 1        | 01     | 01     | 108                       |              |               |

Figura 42 - Sede Electrónica del Catastro

Una vez recopilada toda la información necesaria, ya se podían hacer los planos en el programa Autocad. Para que estos fuesen lo más visibles posibles, se dividieron por su función, es decir, de la planta baja y de la primera planta se hicieron cuatro planos: en el primero se indicó la distribución interior, con las medidas interiores de cada sala, las medidas de las fachadas y el espesor de las paredes. En el segundo plano se posicionaron los huecos, que incluyen las ventanas y las puertas, y se indicaron sus dimensiones. En el tercero se dibujaron también las superficies exteriores de la vivienda, como pueden ser la entrada y las terrazas con sus medidas, y en el cuarto se hizo el plano necesario para realizar el certificado, indicando únicamente las medidas de las fachadas, las orientaciones, las alturas de cada entreplanta, las ventanas, las particiones interiores, las cubiertas y los voladizos. El garaje y el semisótano se representaron en un único plano.

Todos estos planos se encuentran en el ANEXO I: PLANOS, al final de la memoria y se nombraron de la siguiente manera:

1. Planta Baja: Distribución interior
2. Planta Baja: Posición huecos
3. Planta Baja: Terraza y Entrada
4. Planta Baja: Certificado
5. Planta Primera: Distribución interior
6. Planta Primera: Posición huecos
7. Planta Primera: Terrazas
8. Planta Primera: Certificado
9. Garaje y Semisótano

### 6.3. Introducción de datos en el programa

#### 6.3.1. Datos administrativos

Una vez están acabados los planos, se empezaron a introducir los datos en CE3X, comenzando con los *Datos Administrativos*:

**Datos administrativos** | Datos generales | Envolvente térmica | Instalaciones

**Localización e identificación del edificio**

Nombre del edificio: EL JACAL

Dirección: CARRETERA DE SOMIO 1043

Provincia/Ciudad autónoma: Asturias | Localidad: Gijón | Código Postal: 33203

Referencia Catastral: 7546032TP8274N0001GY +

**Datos del cliente**

Nombre o razón social: Claudia Santos Beyebach

Dirección: n/a

Provincia/Ciudad autónoma: Valladolid | Localidad: Valladolid | Código Postal: n/a

Teléfono: n/a | E-mail: n/a

**Datos del técnico certificador**

Nombre y Apellidos: Claudia Santos Beyebach | NIF: n/a

Razón social: Estudiante | CIF: n/a

Dirección: n/a

Provincia/Ciudad autónoma: Valladolid | Localidad: Valladolid | Código Postal: n/a

Teléfono: n/a | E-mail: n/a

Titulación habilitante según normativa vigente: Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Figura 43 – CE3X: Datos administrativos

Algunos campos de los datos del cliente y del técnico certificador no son necesarios para la consecución de este trabajo, por lo que se escribió n/a (no aplica).

6.3.2. Datos generales

Datos administrativos

Datos generales

Envolvente térmica

Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente

Anterior

?

Año construcción

1959

Tipo de edificio

Unifamiliar

Provincia/Ciudad autónoma

Asturias

Localidad

Gijón

Zona climática

C1

HE-1

HE-4

I

Definición edificio

Superficie útil habitable

212.9

m2

Altura libre de planta

2.5

m

Número de plantas habitables

2

Ventilación del inmueble

0.48

ren/h

Demanda diaria de ACS

140

l/día

Masa de las particiones internas

Media

☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio

Plano situación

Figura 44 – CE3X: Datos generales

Posteriormente se introducen los datos generales, que incluyen: la *normativa vigente* según el año de construcción, el *tipo de edificio* y la *provincia*, la *localidad* y la *zona climática*, que se rellena automáticamente en función de lo escrito en la pestaña de *datos administrativos*. Adicionalmente, se puede comprobar la zona climática de la vivienda en la *Tabla a* del *Anejo B: Zonas Climáticas* del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del CTE, que se muestra a continuación:

Tabla 3 - Zonas climáticas (Fuente: CTE, DB-HE, Anejo B)

|                  | Altitud sobre el nivel del mar (h) |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                      |                |  |  |
|------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------|--|--|
| Provincia        | ≤<br>50<br>m                       | 51<br>-<br>100<br>m | 101<br>-<br>150<br>m | 111<br>-<br>200<br>m | 201<br>-<br>250<br>m | 251<br>-<br>300<br>m | 301<br>-<br>350<br>m | 351<br>-<br>400<br>m | 401<br>-<br>450<br>m | 451<br>-<br>500<br>m | 501<br>-<br>550<br>m | 551<br>-<br>600<br>m | 601<br>-<br>650<br>m | 651<br>-<br>700<br>m | 701<br>-<br>750<br>m | 751<br>-<br>800<br>m | 801<br>-<br>850<br>m | 851<br>-<br>900<br>m | 901<br>-<br>950<br>m | 951<br>-<br>1000<br>m | 1001<br>-<br>1050<br>m | 1051<br>-<br>1250<br>m | 251<br>-<br>300<br>m | ≥<br>1301<br>m |  |  |
| Albacete         | C3                                 |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | D3                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | E1                   |                       |                        |                        |                      |                |  |  |
| Alicante/Alacant | B4                                 |                     |                      |                      |                      | C3                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | D3                   |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                      |                |  |  |
| Almeria          | A4                                 |                     | B4                   |                      | B3                   |                      |                      | C3                   |                      |                      |                      |                      |                      | D3                   |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                      |                |  |  |
| Araba/Alava      | D1                                 |                     |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | E1                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                      |                |  |  |
| Asturias         | C1                                 | D1                  |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      | E1                   |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                       |                        |                        |                      |                |  |  |

Dado que la vivienda se encuentra en Asturias y a la altura del nivel del mar, la zona climática correspondiente es C1.

La superficie útil habitable se calcula en función de la información proporcionada por la sede electrónica del catastro, concretamente debajo de "CONSTRUCCIÓN". Según el catastro esta vivienda consta de dos plantas y un aparcamiento, con unas superficies de 148m<sup>2</sup> la planta baja, 108m<sup>2</sup> la planta primera y 7m<sup>2</sup> el aparcamiento. Sin embargo, existen discrepancias entre estas superficies dadas por el catastro y la medida en la toma de datos. Empezando por el garaje, pues cuando se realizó la visita a la vivienda se midió este espacio y las medidas resultantes fueron 3,35m × 8,9m ≈ 30m<sup>2</sup>. Además, el garaje comparte pared con un semisótano de aproximadamente el doble de tamaño, como se puede ver en los planos del ANEXO I, por lo que la superficie total del garaje y del almacén es de aproximadamente 90m<sup>2</sup>.

Para hacer los planos de forma exacta, se va a calcular la superficie a partir de las dimensiones medidas en la visita a la casa. Hay dos áreas que se deben calcular: la superficie construida y la superficie útil. La superficie construida es la comprendida entre los contornos del edificio, incluyendo los muros exteriores, tabiques interiores y demás elementos estructurales. En cambio, la superficie útil constituye el espacio que se puede aprovechar, por lo que se mide desde el interior de cada estancia, sin contar los muros, pero sí contando el espacio que ocupan los armarios empotrados. Esta superficie suele ser entre un 10% y un 20% menor que la superficie construida.

Las superficies comprobadas "in situ" son las siguientes:

### **Planta Baja**

Superficie construida:  $13,4 \times 7,85 + 5,6 \times 6,9 = 143,83m^2$

Superficie útil:

Entrada  $3,15 \times 2,95$  + Pasillo  $6,7 \times 0,9$  + Baño  $1,2 \times 2,95$  + Habitación  $2,05 \times 2,95$  + Cocina  $2,8 \times 4,1$  + Office  $2,8 \times 2,85$  + Comedor  $6,6 \times 3$  + Sala E1  $3,2 \times 4,25$  + Salón E2  $5,2 \times 6,1$  + Sala E3  $3,3 \times 2,7 = 118,4m^2$

Terraza principal:  $5,8 \times 4,45 + 3,95 \times 3,5 = 39,64m^2$

### **Planta Primera**

Superficie construida:  $10,2 \times 7,85 = 80,07m^2$

Superficie útil:

Pasillo  $3 \times 3,95$  + Habitación  $3,2 \times 3,95$  + Habitación matrimonial  $4,1 \times 2,9$  + Baño  $1,9 \times 2,9$  + Habitación E4  $3,3 \times 2,9$  + Baño E5  $2,6 \times 2,95 = 59,13m^2$

Terraza:  $16,5m^2$

Terraza delantera:  $7,3 \times 2 = 14,6m^2$

### **Total (computando las terrazas al 50%)**

Superficie construida:  $259,27m^2$

Superficie útil:  $212,9m^2$



La altura libre de planta se mide en la propia vivienda, pero en este caso cada nivel tiene una altura diferente, habiendo en la planta baja tres alturas diferentes: 2,35m, 2,4m y 2,5m y en la primera planta 2,15m, 2,5m y 2,6m. Puesto que la altura predominante es 2,5m, es esto lo que se escribe en este apartado de *Datos generales* de CE3X.

El método para calcular la ventilación del inmueble viene dado en el Documento Básico de Salubridad (DB HS), en el apartado 2 de la sección 3, mediante la siguiente tabla:

*Tabla 4 – Caudales mínimos para la ventilación de caudal constante en locales habitables*  
(Fuente: CTE, DB-HS 3)

| Tipo de vivienda    | Caudal mínimo $q_v$ en l/s              |                             |                                                  |                                       |                         |
|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
|                     | <b>Locales secos</b> <sup>(1) (2)</sup> |                             |                                                  | <b>Locales húmedos</b> <sup>(2)</sup> |                         |
|                     | <b>Dormitorio principal</b>             | <b>Resto de dormitorios</b> | <b>Salas de estar y comedores</b> <sup>(3)</sup> | <b>Mínimo en total</b>                | <b>Mínimo por local</b> |
| 0 ó 1 dormitorios   | 8                                       | -                           | 6                                                | 12                                    | 6                       |
| 2 dormitorios       | 8                                       | 4                           | 8                                                | 24                                    | 7                       |
| 3 o más dormitorios | 8                                       | 4                           | 10                                               | 33                                    | 8                       |

(1) En los *locales* secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo *local* se den usos de *local* seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros *locales* pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

La vivienda tiene 4 dormitorios, 3 salas de estar (E1, E2 y E3) y un comedor, tres baños y una cocina, por tanto:

#### **Caudal de los locales secos:**

- Dormitorio principal: 8l/s
- Demás dormitorios: 4l/s × 3 = 12l/s
- Salas de estar y comedor: 10l/s × 4 = 40l/s

Total: 60l/s

#### **Caudal de los locales húmedos:**

- Mínimo en total: 33l/s
- Mínimo por local: 8l/s × 4 = 32l/s

Dado que el caudal de locales secos es mayor que el de húmedos (60l/s > 33l/s), para calcular la ventilación de la casa se utiliza el caudal seco y se convierte en renovaciones por hora con la siguiente fórmula: [85]

$$ren/h = \frac{Caudal(l/s) \times 3,6}{Volumen} \rightarrow ren/h = \frac{60(l/s) \times 3,6}{448m^3} = 0,48$$

La demanda diaria de ACS se calculará en función de la superficie de la vivienda y del número de habitaciones, considerando unas necesidades de 28 litros/día · persona, como se explica en el Anejo F del Documento Básico de Ahorro de Energía.

Tabla 5 – Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado (Fuente: CTE, DB-HE, Anejo F)

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

Tabla 6 – Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares (Fuente: CTE, DB-HE, Anejo F)

| Nº viviendas             | N≤3 | 4≤N≤10 | 11≤N≤20 | 21≤N≤50 | 51≤N≤75 | 76≤N≤100 | N≥101 |
|--------------------------|-----|--------|---------|---------|---------|----------|-------|
| Factor de centralización | 1   | 0,95   | 0,90    | 0,85    | 0,80    | 0,75     | 0,70  |

Para calcular la demanda diaria de ACS en viviendas multifamiliares, será necesario multiplicar este factor de centralización por la demanda diaria calculada por persona.

Puesto que la vivienda tiene 4 dormitorios, el cálculo a realizar es el siguiente:

$$28l/día \times 5 personas = 140l/día \cdot persona$$

La masa de las particiones internas será de tipo medio, pues las paredes exteriores tienen un espesor de 40cm, y las interiores varían desde 10cm hasta 40cm.

### 6.3.3. Envoltente térmica del edificio

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

**Edificio Objeto**

- Planta Baja
- Planta Primera

**Envoltente térmica del edificio**

☐ Cubierta  
☒ Muro ☐ En contacto con el terreno  
☐ Suelo ☒ De fachada ☐ Medianería  
☐ Partición interior  
☐ Hueco/Lucernario  
☐ Puente térmico

**Muro de fachada**

Nombre:  Zona:

**Dimensiones**

Superficie:  m2

Longitud:  m

Altura:  m

**Características**

Orientación:

Patrón de sombras:

**Parámetros característicos del cerramiento**

**Propiedades térmicas**  **Transmitancia térmica**  W/m2K

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 45 – CE3X: Envoltente térmica: Zonas

Dado que la vivienda consta de dos plantas y estas a su vez se dividen en entreplantas, la forma más visual de introducir los datos de la envoltente térmica es empleando zonas. De esta manera se pueden distinguir entre los elementos constructivos de la planta baja y los de la primera planta. Las zonas se añaden en el árbol, a la izquierda de la pantalla, y por debajo de estas se irán agregando todos los demás elementos.

Posteriormente se añadirán también como zonas las entreplantas de cada planta, dado que están a diferentes alturas. La planta baja se divide en una primera zona formada por la entrada, el baño, la habitación, la cocina, el office y el comedor, y otros tres niveles que serán: la Sala Entreplanta 1, el Salón Entreplanta 2 y la Sala Entreplanta 3, distinguidos en el siguiente plano mediante colores.

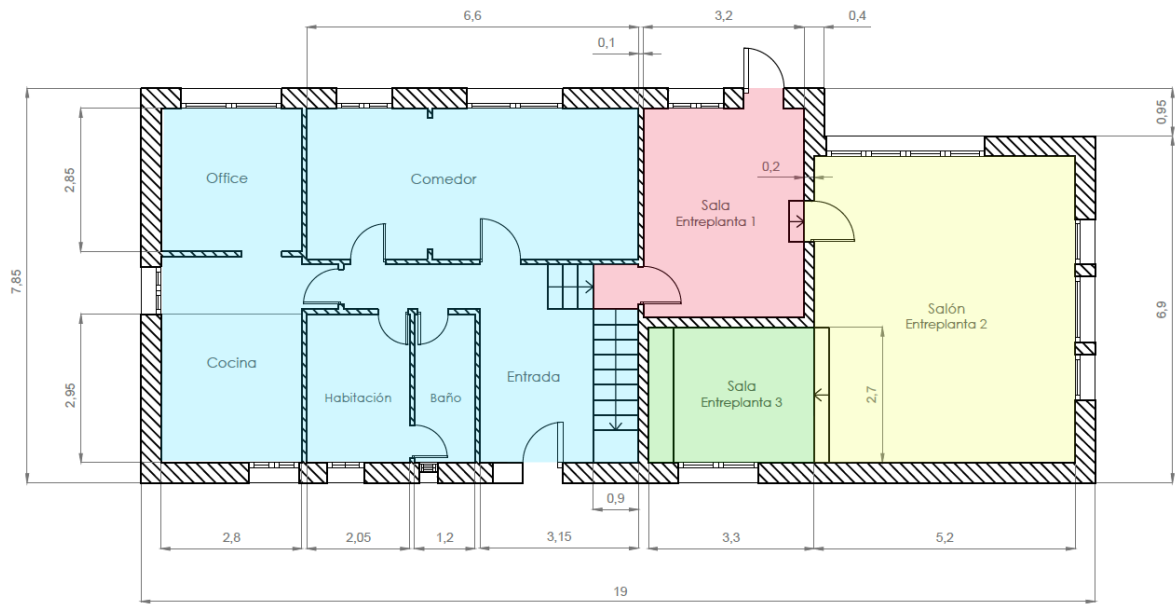


Figura 46 - 1. Planta Baja: Distribución interior (coloreado) (Fuente: Plano de elaboración propia)

La planta primera tiene tres niveles diferentes: una zona conformada por el pasillo, dos habitaciones (una de las cuales es la matrimonial) y un baño, y dos entreplantas: la Habitación Entrepanta 4 y el Baño Entrepanta 5, divididos en los mismos colores que el plano de la planta baja, pues las zonas se sitúan encima.



Figura 47 – 5. Planta Primera: Distribución interior (coloreado) (Fuente: Plano de elaboración propia)

Así se vería la subdivisión de las dos plantas en las diferentes entreplantas, habiendo llamado PB al conjunto de la entrada, la habitación, el baño, la cocina, el office y el comedor, y P1 al pasillo, a una habitación, a la habitación matrimonial y al baño, ambas zonas indicadas en el plano en color azul.



Figura 48 - CE3X: Árbol

Posteriormente, se agregan los muros de cada fachada, mirando su orientación y dimensiones en los planos 4. *Planta Baja: Certificado* y 8. *Planta Primera: Certificado* que se muestran a continuación:

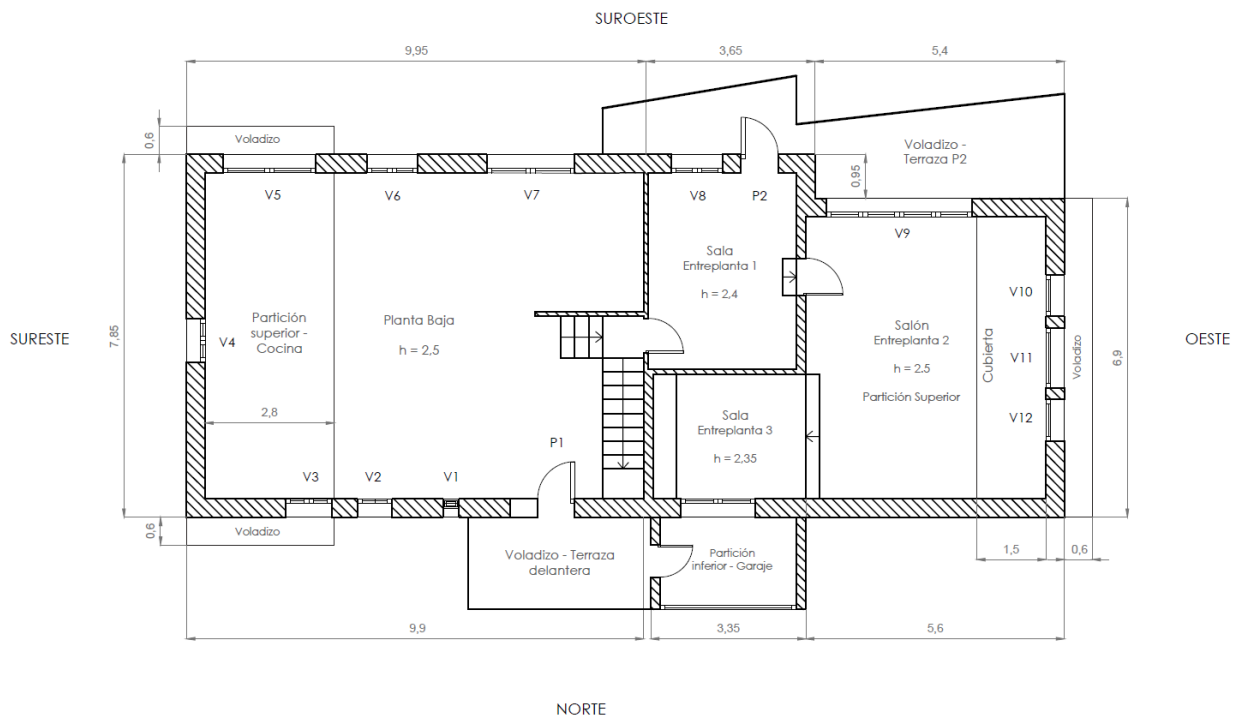


Figura 49 - 4. Planta Baja: Certificado

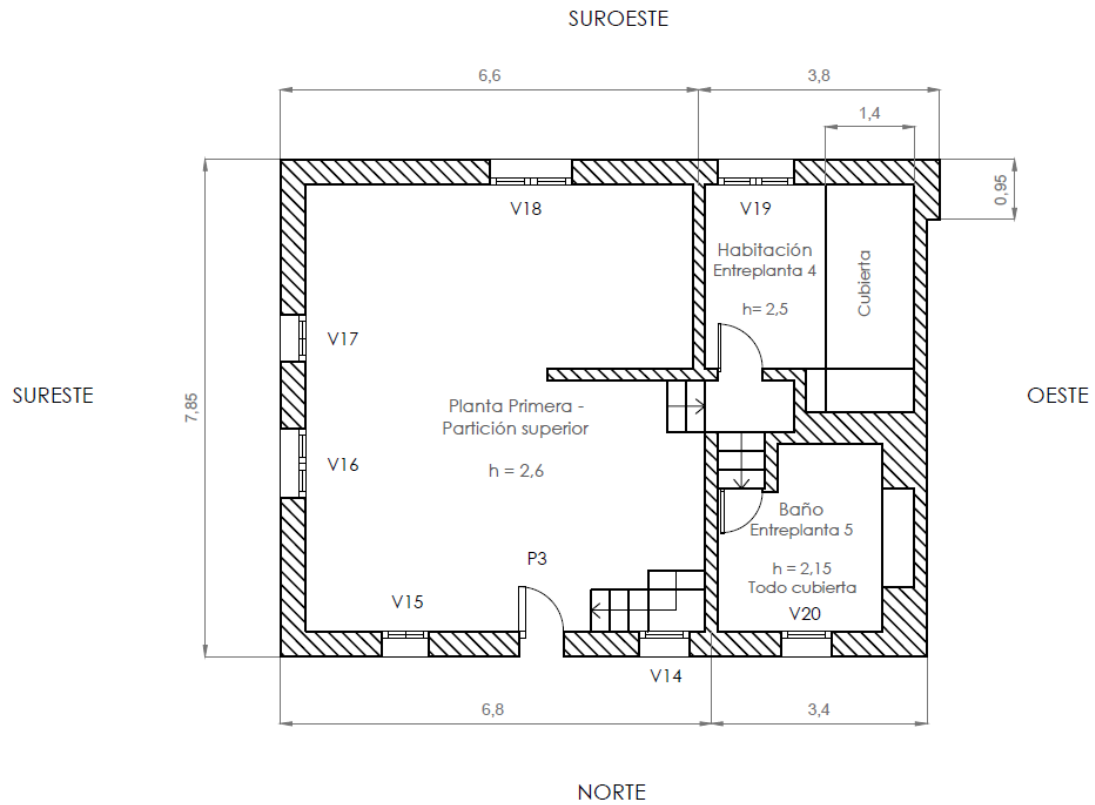


Figura 50 - 8. Planta Primera: Certificado



Figura 51 - CE3X: Árbol con fachadas

Una vez se han introducido las fachadas, lo que sigue son los huecos, es decir las puertas y ventanas exteriores, cuyas características están anotadas en la siguiente tabla:

Tabla 7 - Toma de datos ventanas (Fuente: Elaboración propia)

|                | HUECOS | ANCHO | ALTO | MARCO | RETRANQUEO | VOLADIZO |        | LAMAS            | ABSORTIVIDAD | TIPO MARCO       | TIPO VIDRIO |
|----------------|--------|-------|------|-------|------------|----------|--------|------------------|--------------|------------------|-------------|
| PUERTAS        | P1     | 1,5   | 2    | 100%  | 0,3        | -        | -      | -                | MARRÓN       | MADERA           | -           |
|                | P2     | 0,8   | 2    | 100%  | 0,25       | L 1,5    | D 0,25 | -                | MARRÓN       | MADERA           | -           |
|                | P3     | 0,7   | 2    | 100%  | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | -           |
| PLANTA BAJA    | V1     | 0,35  | 1,15 | 30%   | 0,2        | -        | -      | Horizontales 45° | MARRÓN       | MADERA           | DOBLE       |
|                | V2     | 0,75  | 1,15 | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V3     | 1     | 1,1  | 20%   | 0,3        | L 0,6    | D 0,5  | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V4     | 0,95  | 0,95 | 20%   | 0,3        | -        | -      | Horizontales 45° | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V5     | 2     | 1,35 | 20%   | 0,3        | L 0,6    | D 0,5  | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V6     | 1,1   | 1,3  | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V7     | 1,9   | 1,3  | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V8     | 1,1   | 1,15 | 20%   | 0,3        | L 1,3    | D 0,25 | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V9     | 3,15  | 1,95 | 20%   | 0,3        | L 1,8    | D 0,2  | -                | GRIS         | METÁLICO SIN RPT | SIMPLE      |
|                | V10    | 0,9   | 1,2  | 20%   | 0,3        | L 0,6    | D 0,45 | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V11    | 1,3   | 1,2  | 20%   | 0,3        | L 0,6    | D 0,45 | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V12    | 0,9   | 1,2  | 20%   | 0,3        | L 0,6    | D 0,45 | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V13    | 1,6   | 1    | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
| PLANTA PRIMERA | V14    | 0,8   | 1,1  | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V15    | 0,75  | 1,15 | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V16    | 1,1   | 0,85 | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V17    | 1,1   | 0,85 | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V18    | 1,3   | 1,15 | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V19    | 1,2   | 1,9  | 30%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |
|                | V20    | 0,8   | 1,1  | 20%   | 0,3        | -        | -      | -                | BLANCO       | PVC              | DOBLE       |

Así se ven todos los huecos agregados a los diferentes muros de la planta baja:



Figura 52 - CE3X: Fachadas y huecos planta baja

Salvo la *Ventana 1 – Baño* y la *Ventana 9 – Salón*, todas las demás tienen las mismas propiedades térmicas, permeabilidad del hueco y absorptividad del marco, que se muestran en la siguiente imagen, correspondiente con la *Ventana 2 – Habitación*.

**Hueco/Lucernario**

Nombre: Ventana 2 - Habitación

Cerramiento asociado: Muro de fachada NORTE - PB

Orientación: Norte

**Dimensiones**

Longitud: 0.75 m

Altura: 1.15 m

Multiplicador: 1

Superficie: 0.86 m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco: 20 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Poco estanco 100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>

Absortividad del marco: α 0.3

☒ Dispositivo de protección solar: Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras: Sin patrón

☐ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

**Propiedades térmicas** Estimadas

Tipo de vidrio: Doble

Tipo de marco: PVC

$U_{\text{vidrio}}$ : 3.3 W/m<sup>2</sup>K

$g_{\text{vidrio}}$ : 0.75

$U_{\text{marco}}$ : 2.2 W/m<sup>2</sup>K

Figura 53 - CE3X: Ventana 2 – Habitación

Todas estas ventanas se añadieron en los años posteriores a la compra de la vivienda, entre 1990 y 2000, por lo que, a pesar de ser ventanas de doble vidrio, la permeabilidad del hueco es alta, pues en esos años las tecnologías de sellado y los perfiles eran de mucho menor calidad que las actuales, con juntas de estanqueidad simples y un ajuste entre marco y hoja de poca precisión. Esto provoca filtraciones de aire y pérdidas de calor, que afectan de manera negativa a la eficiencia energética.

En cuanto a las propiedades térmicas, puesto que no se encontraron las características exactas de las ventanas, se utilizan valores estimados correspondientes con un doble vidrio y un marco de PVC. Todas estas ventanas son blancas y tienen un retranqueo de 30cm.

Los dispositivos de protección solar de cada ventana son diferentes, pues algunas tienen voladizo o lamas horizontales, como es el caso de las ventanas 3 y 5 que tienen un voladizo con las siguientes dimensiones:

**Voladizos**

**Dimensiones**

L: 0.6 m

H: 1.1 m

D: 0.5 m

NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

Figura 54 - CE3X: Voladizo V3 y V5



Estas dos ventanas se sitúan en las fachadas norte y suroeste de la cocina, correspondiendo el voladizo con el tejado.

Las ventanas 8, 9, 10, 11 y 12 también tienen voladizo, siendo el de las tres últimas del mismo tamaño, pues se encuentran en la misma fachada, y el voladizo corresponde con una parte del tejado. El voladizo de las ventanas 8 y 9 se corresponde con la terraza de la primera planta, como se puede ver en el plano de la planta baja.

Así se ve el árbol con los huecos de la primera planta:



Figura 55 - CE3X: Fachadas y huecos planta primera

En esta planta no hay ninguna ventana con voladizo o lamas, pero todas tienen un retranqueo de 30 cm y son de PVC blanco.

Los siguientes elementos que se deben añadir son las particiones interiores y las cubiertas.

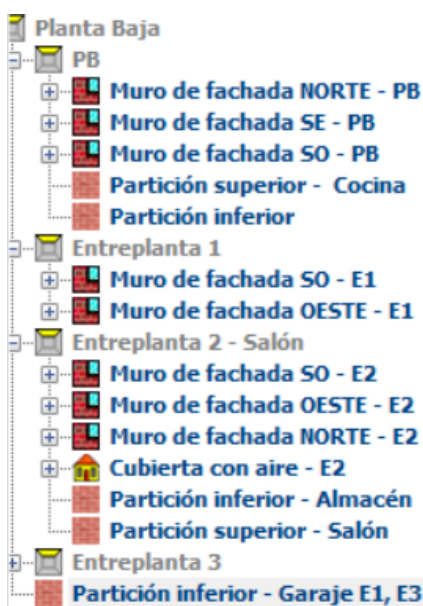


Figura 56 - CE3X: Particiones y cubiertas planta baja

En primer lugar, se introduce la partición superior que se encuentra encima de la cocina, que constituye una cámara de aire entre el techo y el tejado, con una superficie aproximada de  $20\text{m}^2$ . Debajo de la zona PB hay una cámara sanitaria de 70 cm de altura, que constituye una partición inferior de  $67\text{m}^2$ .

En la entreplanta 2 hay una cubierta inclinada con aire, que se corresponde con un espacio de  $6,1\text{m} \times 1,5\text{m}$  que se encuentra en el oeste de la misma, como se indica en el plano. Debajo de esta entreplanta se encuentra una parte del semisótano, ya que este también se extiende por debajo de la terraza. Y encima hay una partición superior de dimensiones parecidas, pero restando la parte que ocupa la cubierta.

Por último, está la *Partición inferior – Garaje E1, E3*, que, como indica el propio nombre, se sitúa debajo de las entreplantas E1 y E3 y forma el garaje, cuyas dimensiones son  $2,9\text{m} \times 6,5\text{m} \approx 19\text{m}^2$ .



Figura 57 - CE3X: Particiones y cubiertas planta primera

En la primera planta también hay particiones interiores, empezando por la partición superior de la zona P1. Esta se refiere a una buhardilla de  $4\text{m} \times 3,5\text{m} = 14\text{m}^2$ , cuyo acceso se encuentra en la pared colindante entre el baño E5 y la zona P1. Sobre el resto de esta planta hay otra gran partición superior sin acceso que se calcula restando la superficie de la Partición superior menos la Buhardilla, la Cubierta E4 y la Cubierta E5 de la superficie total de la primera planta, esto es:

$$9,1 \times 7,05 - 14 - 7,8 - 5,04 \approx 37\text{m}^2$$

El techo del baño E5 y una parte de la habitación E4 son inclinados, lo que significa que ese techo es parte de la cubierta de la casa, por lo que se añade en CE3X como cubierta con aire.

Una vez se han introducido todos los elementos constructivos, lo último que queda para acabar este apartado de la envolvente térmica son los puentes térmicos.

Dado que esta vivienda fue construida hace 66 años, los puentes térmicos que tiene son considerables, pues en los años de su construcción no había normativas que regulasen la eficiencia energética de los edificios, por lo que esta vivienda no dispone

de aislamiento térmico, los forjados de hormigón están en contacto directo con el aire exterior, las uniones de los muros no presentan rotura de puente térmico, ...

Por todo esto, esta casa va a presentar todos los puentes térmicos que ofrece CE3X, excepto los siguientes: "Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire", ya que no hay ninguna parte de la vivienda en que ocurra esto, y "Encuentro de fachada con solera", pues la vivienda no tiene contacto directo con el suelo, si no con particiones inferiores (la cámara sanitaria, el garaje y el semisótano).

### Puente térmico por defecto

*Definir puentes térmicos por defecto*

- ☒ Pilar integrado en fachada
- ☒ Pilar en esquina
- ☒ Contorno de hueco
- ☒ Caja de persiana
- ☒ Encuentro de fachada con forjado
- ☒ Encuentro de fachada con cubierta
- ☐ Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- ☐ Encuentro de fachada con solera

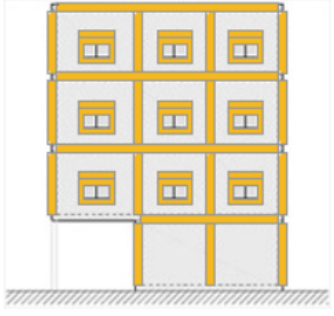


Figura 58 - CE3X: Puentes térmicos

Una vez se han elegido los que se ajustan a las condiciones de la casa, todos los elementos de la envolvente tendrán sus respectivos puentes térmicos, como se puede ver en la siguiente imagen, que se corresponde con el Muro de fachada Norte de la planta baja:

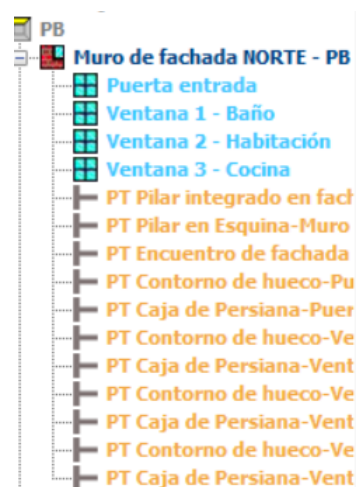


Figura 59 – CE3X: Puentes térmicos fachada Norte PB

#### 6.3.4. Instalaciones

Para terminar con la introducción de datos de la vivienda, lo único que falta por añadir son las instalaciones.

Esta casa cuenta con un sistema de calefacción y ACS mixto, con una caldera de la marca Ferroli, que se encuentra en el semisótano, en la zona de Instalaciones. Debido a su antigüedad y a su ubicación, en el desplegable de *Aislamiento de la caldera* se elegirá *Antigua con mal aislamiento*.

Dado que los valores de la potencia nominal y rendimiento de combustión no están disponibles, se dejaron los que vienen por defecto en el programa

**Instalaciones del edificio**

☐ Equipo de ACS
 ☐ Contribuciones energéticas

☐ Equipo de sólo calefacción

☐ Equipo de sólo refrigeración

☐ Equipo de calefacción y refrigeración

☒ Equipo mixto de calefacción y ACS

☐ Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

---

**Equipo mixto de calefacción y ACS**

Nombre:  Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

|                 | ACS   | Calefacción |
|-----------------|-------|-------------|
| Superficie (m2) | 212.9 | 212.9       |
| Porcentaje (%)  | 100   | 100         |

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:

Potencia nominal:  kW

Carga media real  $\dot{m}_{comb}$ :  ?

Rendimiento de combustión:  %

Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción):  %

Aislamiento de la caldera:

☐ Con Acumulación

Figura 60 - CE3X: Instalaciones

#### 6.4. Calificación energética

Una vez que se ha introducido en CE3X toda la información acerca de la vivienda, sólo falta añadir las medidas de mejora. Para saber qué reformas necesita la casa, es imprescindible saber la calificación energética, pero puesto que no se han introducido las medidas de mejora en el programa, todavía no se pueden generar los informes. Lo que sí se puede ver es la calificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la demanda de calefacción y refrigeración, lo cual sirve para hacerse una idea de las reformas necesarias.

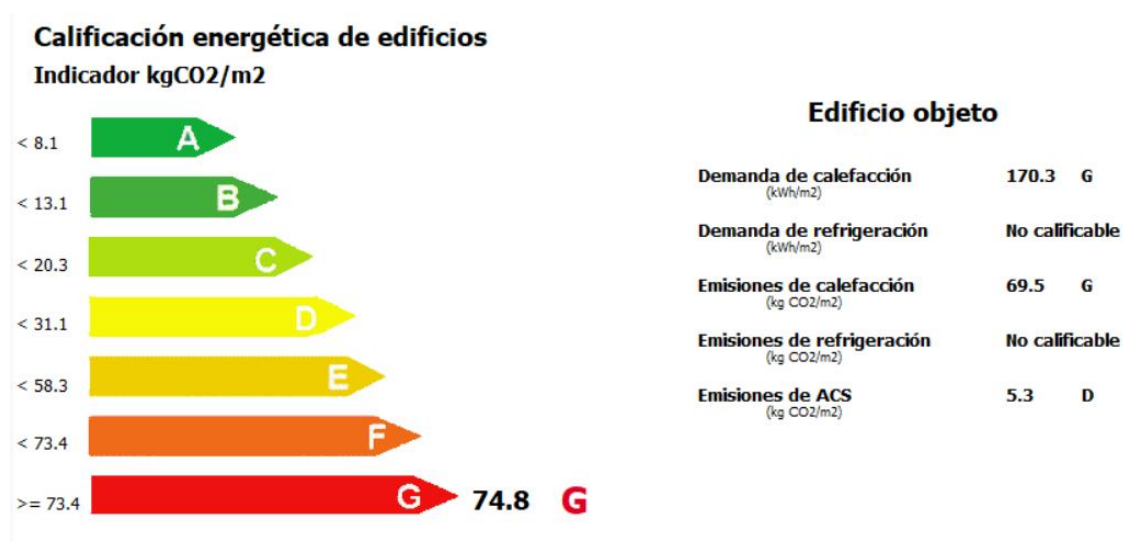


Figura 61 – CE3X: Calificación energética

Viendo este resultado, se puede concluir que es necesario realizar numerosas medidas de mejora para aumentar la calificación energética, puesto que actualmente tiene una calificación muy baja, siendo la letra G la menos eficiente. Mejorar este certificado conllevaría una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y del consumo de energía. Esto disminuirá en gran medida el gasto de calefacción de la casa, que en los meses de invierno solía rondar los 400€ mensuales.

## 6.5. Medidas de mejora

Primero será necesario investigar acerca de qué tipo de reformas se pueden hacer en esta vivienda para poder mejorar su calificación energética, teniendo en cuenta su año de construcción y los materiales empleados, su ubicación, el tipo de sistema de calefacción y ACS y sus ventanas.

Estas mejoras se añadirán en el programa, de manera que, una vez introducidos todos los datos en CE3X, se cree además del documento de calificación energética, también un *Informe de medidas de mejora*, en el que se podrá ver el impacto de cada medida sobre la vivienda original y su coste.

### 6.5.1. Aislamiento térmico

Uno de las reformas más directas para mejorar la eficiencia de un edificio, consiste en la adición de aislamiento térmico, ya que de esta manera el calor producido dentro del inmueble no se escapa por las paredes, ni tampoco entra frío desde el exterior. La instalación de aislamiento se puede hacer tanto por el interior como por el exterior, aunque la preferible en este caso es la segunda, debido a las siguientes razones: la adición de aislamiento interior no elimina los puentes térmicos, ya que no logra un aislamiento uniforme y pasa por alto el aislamiento de los pilares, forjados y los huecos.

Además, esta forma de aislamiento no mantiene el calor o el frío y tampoco evita el desgaste de las fachadas debido a elementos externos como la lluvia, lo que puede provocar problemas de condensación. [86]

Por ello, el aislamiento exterior, también conocido como SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior), suele ser la mejor opción. Tras hacer un estudio acerca de los diferentes tipos de SATE, sus características térmicas y constructivas, su ciclo de vida y su precio, se han seleccionado dos materiales:

### Poliestireno expandido (EPS)

Es un material plástico espumado de estructura cerrada fabricado a partir de perlas de poliestireno que se expanden con vapor. Está constituido en un 98% por aire y solo un 2% de material, lo que lo hace muy ligero y por tanto facilita su instalación y transporte. Tiene una conductividad térmica ( $\lambda$ ) entre 0,031 y 0,038 W/m·K.

### Corcho expandido

El corcho es un material natural y sostenible obtenido mediante el prensado de la corteza de los alcornoques, por lo que tiene un impacto ambiental muy bajo. Tiene muy buenas propiedades térmicas, pero un precio algo más elevado frente al EPS. Su conductividad térmica ( $\lambda$ ) oscila entre 0,037 y 0,040 W/m·K. [87]

El poliestireno expandido es el material más empleado en el aislamiento exterior, debido a su buena relación calidad-precio, sin embargo, proviene del petróleo, por lo que su producción es bastante contaminante. En cambio, el corcho es un material de origen natural, cuya fabricación requiere únicamente de la corteza del alcornoque y el proceso de prensado, lo que lo convierte en una solución más respetuosa con el medio ambiente, mejorando no solo la eficiencia energética sino también la sostenibilidad ambiental del edificio, y es por tanto la elegida para esta vivienda.

Para saber qué espesor del corcho es necesario, primero se debe mirar en el documento DB-HE, los valores de transmitancia térmica recomendada para los muros. Como se ve en la siguiente tabla, la transmitancia térmica de los muros en una zona climática de letra C debe de ser  $U = 0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Tabla 8 - Transmitancia térmica del elemento U [ $\text{Wm}^2/\text{K}$ ] (Fuente: CTE, DB-HE, Anejo E)

|                                                                            | Zona Climática de invierno |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|
|                                                                            | $\alpha$                   | A    | B    | C    | D    | E    |
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior, $U_M, U_S$                | 0,56                       | 0,50 | 0,38 | 0,29 | 0,27 | 0,23 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior, $U_c$                          | 0,50                       | 0,44 | 0,33 | 0,23 | 0,22 | 0,19 |
| Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, $U_T$   | 0,80                       | 0,80 | 0,69 | 0,48 | 0,48 | 0,48 |
| Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), $U_H$ | 2,7                        | 2,7  | 2,0  | 2,0  | 1,6  | 1,5  |

Los valores de esta tabla son para la intervención en la globalidad del edificio, es decir, para edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a la globalidad de la *envolvente térmica* (>25%)  
 Para el caso de reformas que afecten a <25% de la *envolvente térmica* los valores límite de *transmitancia térmica* para los diferentes elementos constructivos son los de la tabla 3.1.1.a-HE1



En paredes perimetrales, es aconsejable utilizar un espesor mínimo de 50mm de aislamiento de corcho para los muros, y entre 80 y 100 mm para las cubiertas. Con el objetivo de lograr la mayor mejora posible, se emplearán planchas de corcho natural expandido de 100mm tanto para los muros como para la cubierta, con una conductividad térmica  $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ .

Para saber qué cantidad de corcho se requiere para la vivienda, es necesario calcular el área de las fachadas y de las cubiertas, restando los huecos que dejan las ventanas y puertas. Se ha calculado que para las fachadas de la planta baja se necesitan  $134,25\text{m}^2$  y para la planta primera  $90,25\text{m}^2$ . Para obtener los metros cuadrados de las cubiertas se ha supuesto una inclinación de  $30^\circ$ , que es la más común en climas lluviosos como el de Asturias. Con este dato, se ha obtenido la superficie de ambas cubiertas, la ubicada encima de la cocina, y la que ocupa el resto de la casa, y se ha obtenido:

$$29 + 143,2 = 172,2\text{m}^2$$

Los huecos de las ventanas ocupan  $30,79\text{m}^2$  y los de las puertas  $5,85\text{m}^2$ , que juntos suman  $36,63\text{m}^2$ . Con esto se obtiene el siguiente resultado:  $134,25 + 90,25 + 172,2 - 36,63 = 360,07\text{m}^2$  de corcho necesario para toda la vivienda. Puesto que puede haber pérdidas de material, se comprarán  $380\text{m}^2$  de corcho, que equivalen a 760 paneles, cuyo precio asciende a 21.961,47€, ya que vienen en paquetes de tres que suman  $1,5\text{m}^2$  y cuestan 86,69€. [88]

Estos son los valores que es necesario introducir al añadir las medidas de mejora en el certificado base, para poder crear el Informe de medidas de mejora:

#### Medida de mejora en el aislamiento térmico

Nombre Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior

Seleccionar elementos de la envolvente donde se mejora el aislamiento térmico

☒ Fachada ☒ por el exterior  
☒ Cubierta ☐ por el interior  
☐ Suelo  
☐ Partición interior

Definición de las nuevas características de los cerramientos

☐ Nuevo valor de transmitancia térmica U  W/m2K  
☒ Características del aislamiento añadido  $\lambda$   W/mK Espesor  m

Definición del nuevo valor de  $\phi$  de los puentes térmicos

|                                                        |        |                                        |
|--------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------|
| Pilar integrado en fachada                             | $\phi$ | <input type="text" value="0.01"/> W/mK |
| Pilar en esquina                                       | $\phi$ | <input type="text" value="0.16"/> W/mK |
| Contorno de hueco                                      | $\phi$ | <input type="text" value="0.02"/> W/mK |
| Caja de persiana                                       | $\phi$ | <input type="text" value="0.65"/> W/mK |
| Encuentro de fachada con forjado                       | $\phi$ | <input type="text" value="0.16"/> W/mK |
| Encuentro de fachada con cubierta                      | $\phi$ | <input type="text" value="0.26"/> W/mK |
| Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire | $\phi$ | <input type="text" value="0.22"/> W/mK |

Figura 62 – CE3X: Medidas de mejora: Definición aislamiento fachadas

Además de modificar las fachadas, la adición de aislamiento también supondrá una mejora en la transmitancia térmica de las particiones interiores, que pasará del valor por defecto de  $2,17\text{W/m}^2\text{k}$  al valor propuesto en el DB-HE explicado en el apartado anterior, de  $0,48\text{W/m}^2\text{k}$ .

**Medida de mejora en el aislamiento térmico**

Nombre

Seleccionar elementos de la envolvente donde se mejora el aislamiento térmico

☐ Fachada

☐ Cubierta

☐ Suelo

☒ Partición interior

☐ Vertical

☒ Horizontal en contacto con espacio NH superior

☒ Horizontal en contacto con espacio NH inferior

Definición de las nuevas características de los cerramientos

☒ Nuevo valor de transmitancia térmica U  W/m2K

Figura 63 – CE3X: Medidas de mejora: Definición aislamiento particiones

Así se ve la adición de aislamiento como conjunto de medida de mejora:

A la izquierda se encuentra el árbol de los conjuntos definidos, donde se irán añadiendo todas las mejoras. A la derecha, en el panel de introducción de datos, habrá que introducir el *Nombre del conjunto de medidas de mejora*, sus *Características* y si se ve necesario, *Otros datos*. En características se ha escrito un breve texto de explicación de esta medida:

“Se elige esta solución sencilla y eficaz para todo el edificio, planteando un nuevo sistema de fachada con aislamiento continuo en todo su perímetro, lo que permite evitar pérdidas de energía y problemas derivados del deterioro del inmueble.

Además, los puentes térmicos se reducen de manera notable, debido a que se sellan de forma rigurosa todos los bordes del aislante, y las zonas del contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por los que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos.”

En la franja central, *Listado de medidas de mejora incluidas en el conjunto*, se pueden ver las dos medidas añadidas: *adición de aislamiento en la fachada* y el *aislamiento de las particiones*. Con los botones situados debajo se pueden añadir, modificar o borrar las medidas, como se vio en las Figuras 62 y 63 anteriores.

Por último, en la parte inferior de la pantalla se encuentra la calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora añadido. Aquí se puede analizar el impacto de esta mejora sobre la calificación final, mediante la demanda y emisiones de calefacción y refrigeración, las emisiones de ACS y las globales, y el ahorro que supone.



**Conjuntos de medidas definidos**

- Aislamiento térmico: corcho
  - Adición de aislamiento térmico en fachada
  - Aislamiento Particiones

**Conjunto de medidas de mejora**

Nombre conjunto medidas mejora: Aislamiento térmico: corcho

Características: Se opta por esta solución directa y efectiva en todo el inmueble proponiendo un nuevo sistema de fachada aislada de forma continua en todo su volumen, evitando así fugas y defectos del desgaste del inmueble. Además, los puentes térmicos se reducen de manera notable, debido a que se sellan de forma rigurosa todos los

Otros datos:

**Listado medidas mejora incluidas en el conjunto**

| Medidas mejora                                            | Tipo de medida                 |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior | Adición de Aislamiento Térmico |
| Aislamiento Particiones                                   | Adición de Aislamiento Térmico |

Añadir medida    Modificar medida    Borrar medida

**Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora**

| RESULTADOS                  | Medidas mejora | Caso base      | Ahorro |
|-----------------------------|----------------|----------------|--------|
| Demanda de calefacción      | 47.5 C         | 170.3 G        | 72.1 % |
| Demanda de refrigeración    | No calificable | No calificable | -      |
| Emissiones de calefacción   | 19.4 D         | 69.5 G         | 72.1 % |
| Emissiones de refrigeración | No calificable | No calificable | -      |
| Emissiones de ACS           | 5.3 D          | 5.3 D          | 0.0 %  |
| EMISIONES GLOBALES          | 24.7 D         | 74.8 G         | 67.0 % |

24.7 D

Guardar conjunto    Modificar conjunto    Borrar conjunto    Cerrar

Figura 64 – CE3X: Medidas de mejora: Aislamiento

Pulsando sobre el segundo botón que se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla, se obtiene una tabla comparativa con los resultados de todos los conjuntos de medidas, como se verá en la *Tabla 9*.

### 6.5.2. Cambio de ventanas

Las ventanas instaladas actualmente en la vivienda son de doble vidrio, pero no tienen las mejores características puesto que fueron fabricadas en torno a los años 90. Por ello, se instalarán unas nuevas ventanas de doble vidrio, con unas prestaciones adecuadas para las condiciones climatológicas de Asturias. Dado que en esta parte de España se presenta un clima oceánico húmedo, con inviernos con temperaturas medias y veranos templados, lo que más afecta a las ventanas es el frecuente viento y la elevada humedad. Esto significa que la prioridad es la estanqueidad al aire y la rotura de puentes térmicos, más que un acristalamiento extremadamente aislante como el triple vidrio.

Es por esto que se ha decidido instalar ventanas de doble vidrio bajo emisor, con un marco de PVC gris, con una transmitancia térmica en el marco y en el vidrio de  $U_f = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , un factor solar de 0,6 y una permeabilidad del hueco de clase 4, lo que

equivale a  $3m^3/hm^2$ . El retranqueo se mantendrá en 30cm y el porcentaje de marco se aumentará a 30%. El coste aproximado de cada ventana ronda los 400€, sin contar con la puerta balconera, cuyo coste será algo más elevado. Las puertas costarán aproximadamente 500€, por lo que el coste total de las puertas y ventanas se situará cerca de los 10.000€. [89]

Se ha elegido un marco de PVC frente a uno de aluminio, ya que según un estudio realizado por el Ministerio de Industria Turismo y Comercio del Gobierno de España, las ventanas con marco de PVC ayudan a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y ahorran más energía. Esto se debe en parte gracias a que el material de PVC se conforma a partir de sal común, un componente 100% reciclable e inagotable. [90]

### Medida de mejora en los huecos

Nombre

*Seleccionar las orientaciones dónde se mejoran los huecos*

|                                           |                                         |                                                 |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Norte | <input checked="" type="checkbox"/> Sur | <input checked="" type="checkbox"/> Lucernarios |
| <input checked="" type="checkbox"/> NO    | <input checked="" type="checkbox"/> SO  | <input checked="" type="checkbox"/> Oeste       |
| <input checked="" type="checkbox"/> NE    | <input checked="" type="checkbox"/> SE  | <input checked="" type="checkbox"/> Este        |

☒ *Nuevos parámetros característicos del vidrio*

☒ Uvidrio  W/m2K  Gvidrio

☐ Librería de vidrios

☒ *Nueva permeabilidad del aire del hueco*

☒ Clase de ventanas

☐ Permeabilidad

☒ *Nuevo porcentaje de marco*

Porcentaje de marco  %

☒ *Nuevas propiedades de marco*

☒ Umarco  W/m2K

☐ Librería de marcos

☐ *Definir doble ventana*

☐ *Definir dispositivos de protección solar*

Figura 65 – CE3X: Medidas de mejora: Definición huecos

Además de modificar los valores de las propiedades térmicas de las ventanas, la sustitución de estas también significa una adición de aislamiento en las cajas de persiana, minimizando los puentes térmicos llamados *Contorno de hueco* y *Caja de persiana*.

Este es el texto explicativo que se ha escrito en *características*:

“Se plantea la sustitución de las ventanas existentes por otras con unas mejores prestaciones, al fin de mejorar la calificación energética de la vivienda, reduciendo la demanda de energía. Se propone instalar unas ventanas de doble vidrio bajo emisivo, con una transmitancia térmica

en el marco y en el vidrio de  $U_f=1,3W/m^2\text{ K}$ , un factor solar de 0,6 y una permeabilidad del hueco de clase 4, lo que equivale a  $3m^3/hm^2$ .

Este cambio de las ventanas también supone la eliminación de los puentes térmicos en los huecos, ya que se sellarán de forma las zonas de contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por las que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos."

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones Medidas de mejora

**Conjuntos de medidas definidos**

- Aislamiento térmico: corcho
- Cambio de ventanas
  - Sustitución de ventanas
  - Adición de aislamiento en cajas de persiana

**Conjunto de medidas de mejora**

Nombre conjunto medidas mejora: Cambio de ventanas

Características: Se plantea la sustitución de las ventanas existentes por otras con unas mejores prestaciones, al fin de mejorar la calificación energética de la vivienda, reduciendo la demanda de energía. Se propone instalar unas ventanas de doble vidrio bajo emisivo, con una transmitancia térmica en el marco y en el vidrio de  $U_f=1,3W/m^2\text{ K}$ , un factor

Otros datos:

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

| Medidas mejora                              | Tipo de medida               |
|---------------------------------------------|------------------------------|
| Sustitución de ventanas                     | Sustitución/mejora de Huecos |
| Adición de aislamiento en cajas de persiana | Mejora de Puentes Térmicos   |

Añadir medida Modificar medida Borrar medida

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

| RESULTADOS                 | Medidas mejora | Caso base      | Ahorro |
|----------------------------|----------------|----------------|--------|
| Demanda de calefacción     | 146.0 F        | 170.3 G        | 14.3 % |
| Demanda de refrigeración   | No calificable | No calificable | -      |
| Emisiones de calefacción   | 59.5 F         | 69.5 G         | 14.3 % |
| Emisiones de refrigeración | No calificable | No calificable | -      |
| Emisiones de ACS           | 5.3 D          | 5.3 D          | 0.0 %  |
| EMISIONES GLOBALES         | 64.9 F         | 74.8 G         | 13.3 % |

Guarda conjunto Modificar conjunto Borrar conjunto Cerrar

Figura 66 – CE3X: Medidas de mejora: Huecos

### 6.5.3. Sustitución de las instalaciones

Esta es una de las reformas que más impacto tiene sobre la calificación energética, ya que la caldera de gas natural que tiene actualmente la vivienda, produce calor mediante la quema de combustible, generando emisiones de dióxido de carbono perjudiciales para el medio ambiente. En cambio, la aerotermia es un sistema de producción de calefacción, refrigeración y agua caliente que utiliza únicamente la energía contenida en el aire exterior. Esto, además de no emitir gases de efecto invernadero, también permite ahorrar en las facturas de luz, pues de cada kWh de energía consumida, la aerotermia produce entre 3 y 5 kWh de energía térmica, lo que significa que aporta más calor del que consume. [91]

Para lograr una perfecta climatización interior, se instalará suelo radiante por toda la casa, que, a pesar de ser una obra con un coste elevado, ya que será necesario levantar todo el suelo, es la mejor opción.

El sistema de aerotermia elegido es Daikin Altherma 3 Diseño Compact, que tiene unas dimensiones de 1892x594x644 mm con capacidad para 300L, una presión acústica entre 44 y 50dBA y la posibilidad de conectarse a paneles solares. Su precio aproximado incluyendo la instalación es de 9000€. [92]

### Medida de mejora en la instalación de calefacción y ACS

|                                                     |                                |   |                            |                              |         |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|---|----------------------------|------------------------------|---------|
| Nombre                                              | Calefacción y ACS - Aerotermia |   | Zona                       | Edificio Objeto              |         |
| <b>Características</b>                              |                                |   | <b>Demanda cubierta</b>    |                              |         |
| Tipo de generador                                   | Bomba de Calor                 |   | ACS                        | Calefacción                  |         |
| Tipo de combustible                                 | Electricidad                   |   | Superficie (m2)            | 212.9                        | 212.9   |
|                                                     |                                |   | Porcentaje (%)             | 100                          | 100     |
| <b>Rendimiento medio estacional</b>                 |                                |   |                            |                              |         |
| <b>Rendimiento estacional</b>                       |                                |   | Estimado según Instalación |                              |         |
| Antigüedad del equipo                               | Posterior a 2013               |   |                            |                              |         |
| Rendimiento nominal                                 | 450                            | % | A.C.S                      | Rendimiento medio estacional | 457.1 % |
|                                                     |                                |   | Calefacción                | Rendimiento medio estacional | 285.8 % |
| <input checked="" type="checkbox"/> Con Acumulación |                                |   |                            |                              |         |
| Valor UA                                            | Por defecto                    |   | UA                         | 6.1                          | W/K     |
| Volumen de un depósito                              | 300                            | l | Tª alta                    | 80                           | °C      |
|                                                     |                                |   | Tª baja                    | 60                           | °C      |
|                                                     | Multiplicador                  | 1 |                            |                              |         |

Figura 67 – CE3X: Medidas de mejora: Definición instalaciones

El rendimiento nominal de la aerotermia se calcula en base a su SCOP (Seasonal Coefficient of Performance), que es el rendimiento medio estacional de la bomba de calor durante la temporada de calefacción. No se conoce el valor exacto de SCOP de este modelo, pero sí de modelos similares, cuyo SCOP se encuentra entre 4,5 y 4,8. Por ello el valor introducido es 450%.

La explicación de las instalaciones es la siguiente:

“Se recomienda la instalación de un sistema de climatización de alta eficiencia, como la aerotermia, con la que se puede alcanzar un ahorro del 70% en las facturas de luz. Con este sistema, la electricidad se produce a partir del aire exterior, lo que constituye un proceso renovable sin emisiones directas de gases de efecto invernadero, reduciendo así la huella de carbono de la vivienda.”

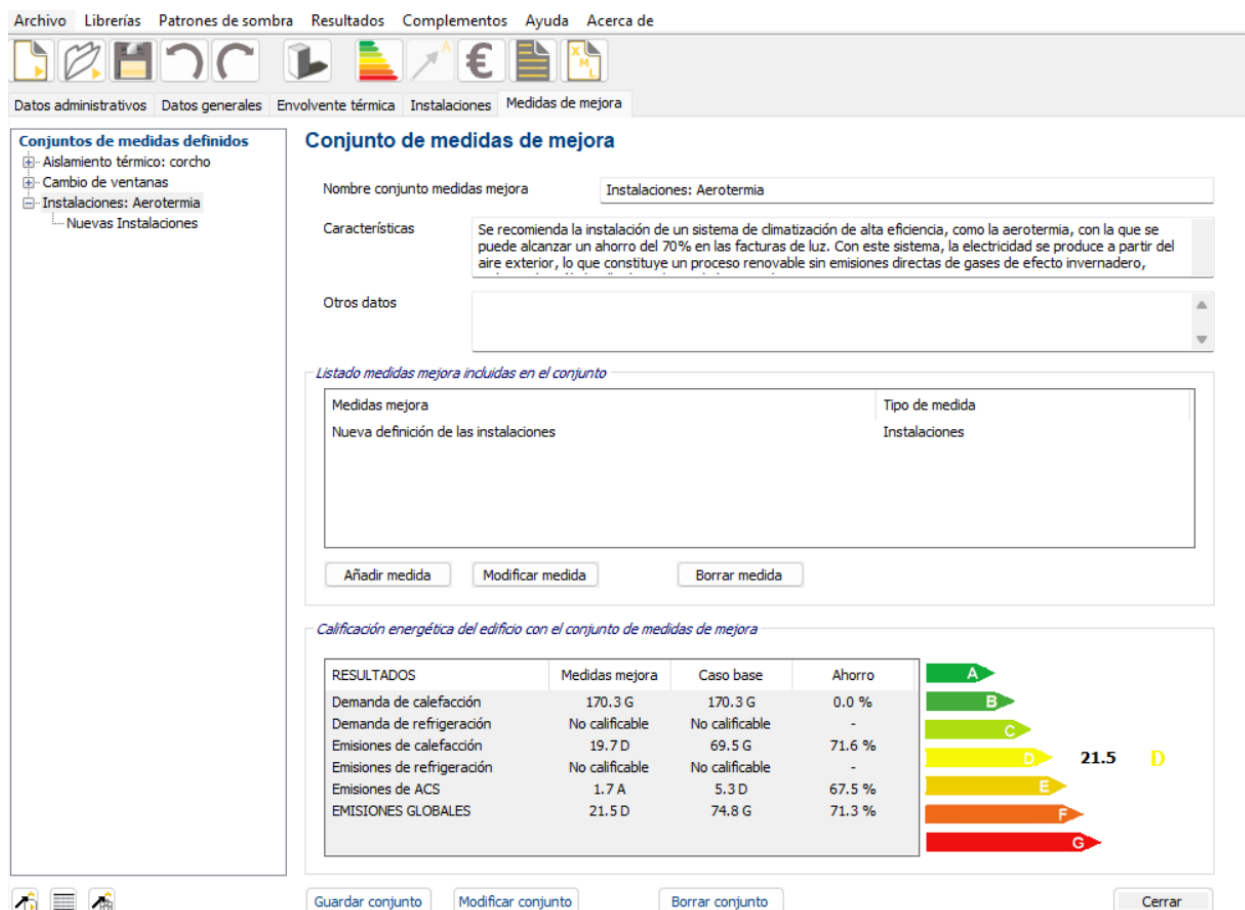


Figura 68 – CE3X: Medidas de mejora: Instalaciones

#### 6.5.4. Instalación de placas solares

Para acabar con las mejoras de la vivienda, lo único que falta es la introducción de las placas solares. Son dispositivos capaces de captar la radiación solar y convertirla en electricidad, mediante el silicio del que están compuestas las células fotovoltaicas, elemento principal de los paneles solares. [93]

Como medida de mejora se va a introducir un sistema de energía solar térmica para ACS, pues este supone un ahorro del consumo de ACS en un 30%.

En caso de cambiar también las instalaciones, lo más recomendable sería incorporar un sistema fotovoltaico para la producción de electricidad, ya que compensaría el consumo de la aerotermia, lo que reduce notablemente el consumo de energía primaria no renovable, y por tanto las emisiones de CO<sub>2</sub>.

## Medida de mejora de las contribuciones energéticas

|        |                                                       |      |                 |
|--------|-------------------------------------------------------|------|-----------------|
| Nombre | <u>Incorporación de sistema de energía solar térm</u> | Zona | Edificio Objeto |
|--------|-------------------------------------------------------|------|-----------------|

☒ **Fuentes de energía renovable**

|                                                 |                                   |   |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|---|
| Porcentaje de demanda de ACS cubierto           | <input type="text" value="30.0"/> | % |
| Porcentaje de demanda de calefacción cubierto   | <input type="text"/>              | % |
| Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto | <input type="text"/>              | % |

☐ **Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración**

|                                             |                      |         |                     |                      |         |
|---------------------------------------------|----------------------|---------|---------------------|----------------------|---------|
| Energía eléctrica generada para autoconsumo | <input type="text"/> | kWh/año | Energía consumida   | <input type="text"/> | kWh/año |
| Calor recuperado para ACS                   | <input type="text"/> | kWh/año | Tipo de combustible | <input type="text"/> |         |
| Calor recuperado para calefacción           | <input type="text"/> | kWh/año |                     |                      |         |
| Frío recuperado                             | <input type="text"/> | kWh/año |                     |                      |         |

Figura 69 – CE3X: Medidas de mejora: Definición placas solares térmicas

Estas son las características de las placas solares:

“Se propone la instalación de un sistema de generación de calor mediante módulos solares térmicos, que son dispositivos empleados en la producción de agua caliente sanitaria a partir del impacto de radiación solar. También se recomienda la instalación de paneles solares fotovoltaicos para la producción de electricidad. Esto funciona gracias a las células fotovoltaicas, fabricadas en materiales semiconductores como el silicio, que producen calor durante las horas diurnas en corriente continua y mediante un inversor se transforma en corriente alterna, que es la empleada en los hogares. La energía solar producida se auto consume según la demanda existente o se almacena en baterías para su uso temporal en días con baja radiación solar. Esto supone una gran reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pues la vivienda produce su propia energía en vez de depender de aquella proveniente de fuentes de energía no renovables.

Efectos sobre la calificación energética:

- Reducción del consumo de energía primaria no renovable
- Mejora de la calificación energética en emisiones de CO<sub>2</sub>, al reducirse la electricidad importada de la red.

Otros beneficios:

- Disminución de la factura eléctrica (autoconsumo directo y compensación de excedentes).
- Revalorización del inmueble.
- Menor dependencia energética de fuentes fósiles.”

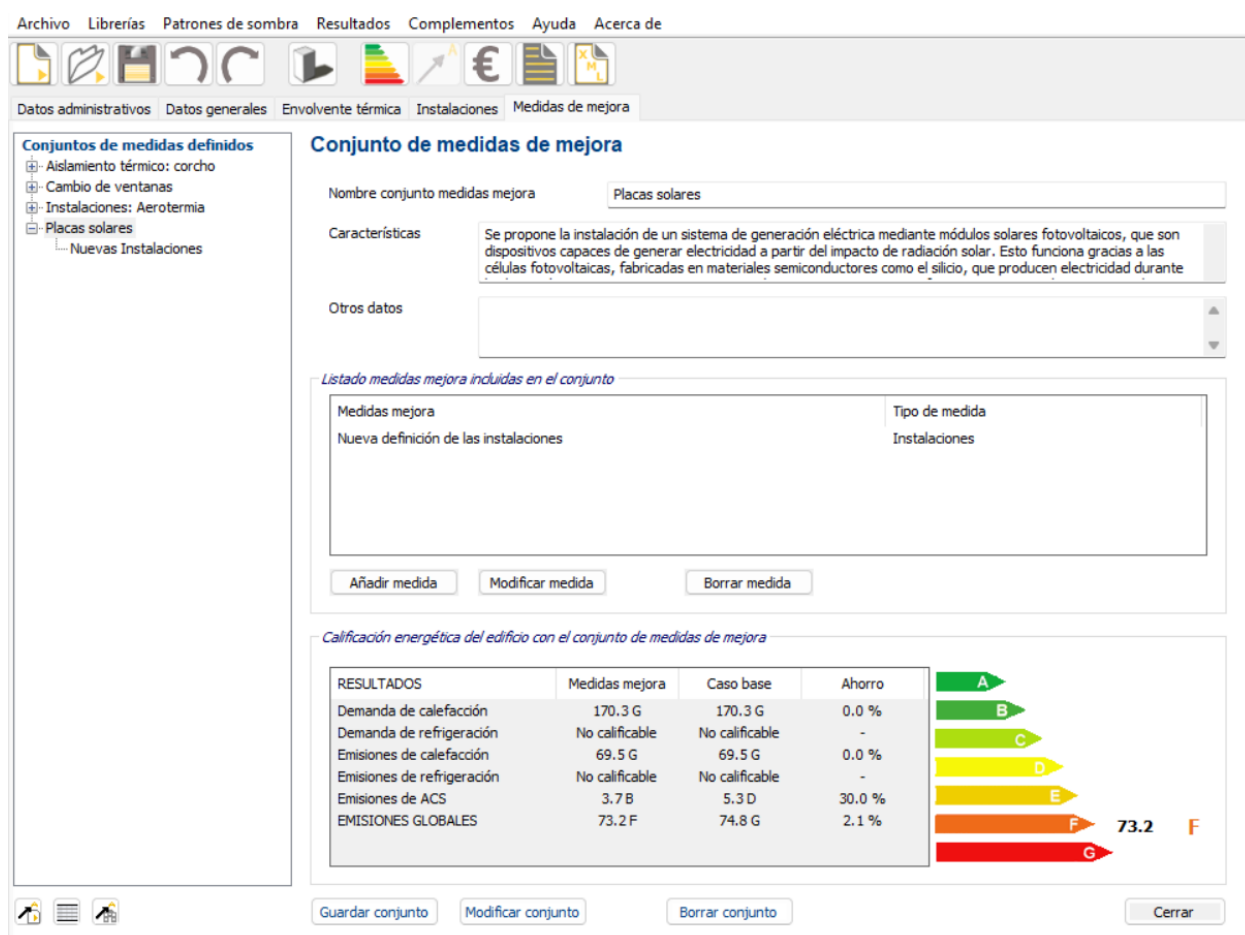


Figura 70 – CE3X: Medidas de mejora: Contribuciones energéticas

A la izquierda de la pantalla, en el árbol, se ven los cuatro conjuntos de mejora añadidos.

Como resultado de introducir todas estas mejoras, CE3X genera una tabla con la demanda y emisiones de calefacción y refrigeración, las emisiones de ACS y las globales, y el ahorro que supone cada una de las medidas. Se puede ver que la medida que más ahorro conlleva es la instalación de un sistema de aerotermia, seguido del aislamiento.

Tabla 9 – CE3X: Listado comparativo de conjuntos de medidas de mejora (Fuente: Captura de pantalla propia)

| Medidas de Mejora           | Dda Cal. | Dda Ref.     | Emis. Cal. | Emis. Ref.   | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|-----------------------------|----------|--------------|------------|--------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE                   | 170.3 G  | 0.1 No ca... | 69.5 G     | 0.0 No ca... | 5.3 D     | 74.8 G        | -      |
| Aislamiento térmico: corcho | 47.5 C   | 0.0 No ca... | 19.4 D     | 0.0 No ca... | 5.3 D     | 24.7 D        | 67.0%  |
| Cambio de ventanas          | 146.0 F  | 0.0 No ca... | 59.5 F     | 0.0 No ca... | 5.3 D     | 64.9 F        | 13.3%  |
| Instalaciones: Aerotermia   | 170.3 G  | 0.1 No ca... | 19.7 D     | 0.0 No ca... | 1.7 A     | 21.5 D        | 71.3%  |
| Placas solares              | 170.3 G  | 0.1 No ca... | 69.5 G     | 0.0 No ca... | 3.7 B     | 73.2 F        | 2.1%   |



## 6.6. Análisis económico de las medidas de mejora

Para comenzar con el análisis económico de las medidas de mejora es necesario pulsar sobre el símbolo del euro (€) en la barra de tareas, que hará que se desplieguen las opciones que se ven a continuación. Lo primero que se debe rellenar es la factura de gas natural, que es el combustible empleado en la vivienda. Se ha supuesto un consumo anual de 12000 kWh, partiendo de un consumo mensual de 1000 kWh.

Figura 71 – CE3X: Análisis económico: Factura

A continuación, se deben introducir los precios asociados a cada tipo de combustible, así como el incremento anual del coste de la energía y el tipo de interés. [94]

### Definición de los parámetros económicos

| Combustible                  | Precio (€/kWh) |
|------------------------------|----------------|
| Gas Natural                  | 0.04           |
| Gasóleo-C                    | 0.09           |
| Electricidad                 | 0.17           |
| GLP                          |                |
| Carbón                       | 0.15           |
| Biocombustible               |                |
| Biomasa no densificada       | 0.025          |
| Biomasa densificada (pelets) | 0.04           |

| Parámetro                                 | Valor (%) |
|-------------------------------------------|-----------|
| Incremento anual del precio de la energía | 5         |
| Tipo de interés o coste de oportunidad    | 5         |

Figura 72 – CE3X: Análisis económico: Datos económicos



En la ventana de *Coste de las medidas* se deberá añadir la vida útil de cada medida en años, su coste y el incremento del coste de mantenimiento anual. Para una mejor visualización, se recrea la tabla dada por el programa, donde las tres columnas de la derecha se completaron en función del tipo de mejora.

*Tabla 10 – Valoración económica de medidas de mejora de eficiencia energética (Fuente: Elaboración propia con datos de CE3X)*

| <b>Medida de mejora</b>                                   | <b>Conjunto</b>             | <b>Tipo de medida</b>          | <b>Vida útil (años)</b> | <b>Coste medida (€)</b> | <b>Incremento coste mantenimiento anual (€)</b> |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior | Aislamiento térmico: corcho | Adición de aislamiento térmico | 50                      | 21.961,47               | 0                                               |
| Aislamiento particiones                                   | Aislamiento térmico: corcho | Adición de aislamiento térmico | 50                      | 0                       | 0                                               |
| Sustitución de ventanas                                   | Cambio de ventanas          | Sustitución de huecos          | 25                      | 10.000                  | 0                                               |
| Adición de aislamiento en cajas de persiana               | Cambio de ventanas          | Mejora de puentes térmicos     | 25                      | 0                       | 0                                               |
| Nuevas instalaciones                                      | Instalaciones: Aerotermia   | Instalaciones                  | 25                      | 9.000                   | 0                                               |
| Nuevas instalaciones                                      | Placas solares              | Instalaciones                  | 30                      | 7.000                   | 0                                               |

Como resultado de introducir todos estos datos, el programa calcula los años que se tardaría en amortizar los gastos, tanto mediante un análisis de las facturas como un análisis teórico, así como el Valor Actual Neto (VAN), que representa los beneficios generados por la inversión.

*Tabla 11 - CE3X: Resultado del análisis económico (Fuente: Captura de pantalla propia)*

|          | <b>Conjunto de mejoras</b>  | <b>Años - Amortización simple (Análisis facturas)</b> | <b>VAN (€) (Facturas)</b> | <b>Años - Amortización simple (Análisis teórico)</b> | <b>VAN (€) (Teórico)</b> |
|----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>1</b> | Aislamiento térmico: corcho | 90.7                                                  | -9849.0                   | 13.0                                                 | 62724.7                  |
| <b>2</b> | Cambio de ventanas          | 208.3                                                 | -8799.6                   | 29.7                                                 | -1596.4                  |
| <b>3</b> | Instalaciones: Aerotermia   | 458.8                                                 | -8509.6                   | 49.8                                                 | -4483.7                  |
| <b>4</b> | Placas solares              | 162.0                                                 | -5704.0                   | 130.0                                                | -5384.2                  |

## 6.7. Generación del certificado de eficiencia energética

Una vez se han introducido todos los datos de la vivienda (Datos administrativos, Datos generales, Envolvente térmica e Instalaciones), así como las medidas de mejora y el análisis económico, ya se pueden generar los informes de certificación energética. En el primero se podrá ver toda la información introducida en el programa y la calificación energética obtenida mediante dos valores: el consumo de energía primaria no renovable en kWh/m<sup>2</sup> año y las emisiones de CO<sub>2</sub> en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año. En el segundo informe aparecerán las medidas de mejora introducidas con su impacto sobre la calificación energética de la vivienda y los cambios que supone sobre los elementos constructivos.

Los informes enteros se encuentran en el *Anexo II: Certificados de eficiencia energética*.

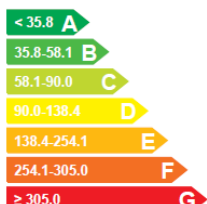
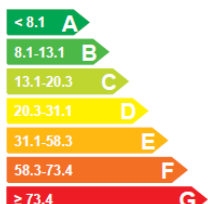
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m <sup>2</sup> año]                                                                                                                                                       |         | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]                                                                                                                                         |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  <p>&lt; 35.8 A</p> <p>35.8-58.1 B</p> <p>58.1-90.0 C</p> <p>90.0-138.4 D</p> <p>138.4-254.1 E</p> <p>254.1-305.0 F</p> <p>≥ 305.0 G</p> | 352.0 G |  <p>&lt; 8.1 A</p> <p>8.1-13.1 B</p> <p>13.1-20.3 C</p> <p>20.3-31.1 D</p> <p>31.1-58.3 E</p> <p>58.3-73.4 F</p> <p>≥ 73.4 G</p> | 74.5 G |

Figura 73 – Calificación energética certificado base

### 6.7.1. Análisis de las medidas de mejora

Como se puede ver en el certificado, realizar únicamente alguna medida de mejora como la adición de aislamiento, el cambio de ventanas o la instalación de aerotermia, mejora la calificación energética, pero no lo suficiente si el objetivo es convertir la vivienda en un edificio de cero emisiones.

De hecho, el cambio de ventanas por sí solo no supone prácticamente ninguna mejora, manteniéndose la misma letra para el consumo de energía primaria no renovable, y mejorando en un nivel en las emisiones de CO<sub>2</sub> y la demanda de calefacción. Esto se debe a que el calor se escapa por otra parte que no son las ventanas, en este caso por las paredes y el tejado. Si a esto se le añade una caldera que produce emisiones de dióxido de carbono, se obtiene como resultado una mínima mejora de la calificación energética, ya que no se están evitando las fugas de calor o las entradas de frío, y además se están produciendo emisiones perjudiciales para el planeta.

Por ello es necesario reformar la vivienda entera y así conseguir un ahorro energético lo más elevado posible.

### 6.7.2. Certificado mejorado

En este apartado se muestra de manera resumida el proceso de adición de las medidas mencionadas anteriormente al certificado base, modificando todos los elementos involucrados (muros, ventanas e instalaciones), para así ver cuál sería la calificación energética de la vivienda una vez hechas todas las reformas, es decir, la adición de aislamiento, el cambio de ventanas e instalaciones y la instalación de placas solares fotovoltaicas.

Así se ven los muros con el aislamiento de corcho expandido añadido:

**Muro de fachada**

Nombre: Muro de fachada NORTE - PB Zona: PB

**Dimensiones**

Superficie: 24.75 m<sup>2</sup>  
 Longitud: 9.9 m  
 Altura: 2.5 m

**Características**

Orientación: Norte  
 Patrón de sombras: Sin patrón

**Parámetros característicos del cerramiento**

**Propiedades térmicas** Estimadas Transmitancia térmica: 0.34 W/m<sup>2</sup>K

Tipo de fachada: Doble hoja con cámara  
 Cámara de aire: Rellena de Aislamiento

☒ Tiene aislamiento térmico

**Características del aislamiento térmico**

☒ Tipo de aislamiento: Otro Espesor: 0.1 m λ: 0.04 W/mK  
☐ Ra: 2.5 m<sup>2</sup>K/W

Figura 74 – CE3X: Muros con aislamiento

En la siguiente captura de pantalla se ven las características mencionadas de las nuevas ventanas, en las que se ha modificado el porcentaje de marco y su color, la permeabilidad del hueco y las propiedades térmicas.

**Hueco/Lucernario**

Nombre: Ventana 2 - Habitación Cerramiento asociado: Muro de fachada NORTE - PB Orientación: Norte

**Dimensiones**

Longitud: 0.75 m  
 Altura: 1.15 m  
 Multiplicador: 1  
 Superficie: 0.86 m<sup>2</sup>  
 Porcentaje de marco: 30 %

**Características**

Permeabilidad del hueco: Valor conocido 3 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>  
 Absortividad del marco: α 0.65  
☒ Dispositivo de protección solar: Dispositivo de protección solar  
 Patrón de sombras: Sin patrón  
☐ Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

**Propiedades térmicas** Conocidas

U vidrio: 1.3 W/m<sup>2</sup>K   
 g vidrio: 0.6  
 U marco: 1.3 W/m<sup>2</sup>K 

Figura 75 – CE3X: Ventanas mejoradas

Por último, se añade el sistema de aerotermia y seguidamente las placas solares. La aerotermia tendrá los mismos porcentajes de rendimiento que los que se mostraron anteriormente.

### Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Nombre: Calefacción, refrigeración y ACS - Aerotermia      Zona: Edificio Objeto

**Características**

Tipo de generador: Bomba de Calor

Tipo de combustible: Electricidad

**Demanda cubierta**

|                 | ACS   | Calefacción | Refrigeración |
|-----------------|-------|-------------|---------------|
| Superficie (m2) | 212.9 | 212.9       | 212.9         |
| Porcentaje (%)  | 100   | 100         | 100           |

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Posterior a 2013

|               | Rendimiento nominal |   | Rendimiento medio estacional |   |
|---------------|---------------------|---|------------------------------|---|
| A.C.S         | 450                 | % | 457.1                        | % |
| Calefacción   | 450                 | % | 285.8                        | % |
| Refrigeración | 400                 | % | 275.6                        | % |

☒ Con Acumulación

Valor UA: Por defecto      UA: 6.1 W/K

Volumen de un depósito: 300 l      Multiplicador: 1      Tª alta: 60 °C

Tª baja: -25 °C

Figura 76 – CE3X: Aerotermia

Puesto que se va a hacer una reforma completa, lo más conveniente es añadir placas solares fotovoltaicas para la producción de electricidad, de manera que compense el consumo de la aerotermia, reduciendo el consumo de energía primaria no renovable.

Las placas solares esta vez se van a definir mediante el porcentaje de demanda cubierto de ACS, calefacción y refrigeración, ya que la instalación de aerotermia cubre las tres cosas.

### Contribuciones energéticas

Nombre: Placas solares      Zona: Edificio Objeto

☒ Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto: 30 %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto: 60 %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto: 10 %

☐ Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración

Energía eléctrica generada para autoconsumo: kWh/año      Energía consumida: kWh/año

Calor recuperado para ACS: kWh/año      Tipo de combustible:

Calor recuperado para calefacción: kWh/año

Frío recuperado: kWh/año

Figura 77 – CE3X: Placas solares

### 6.7.3. Comparación del certificado base y el certificado mejorado

Una vez añadidos todos los cambios mostrados en el apartado anterior, esta es la calificación obtenida:

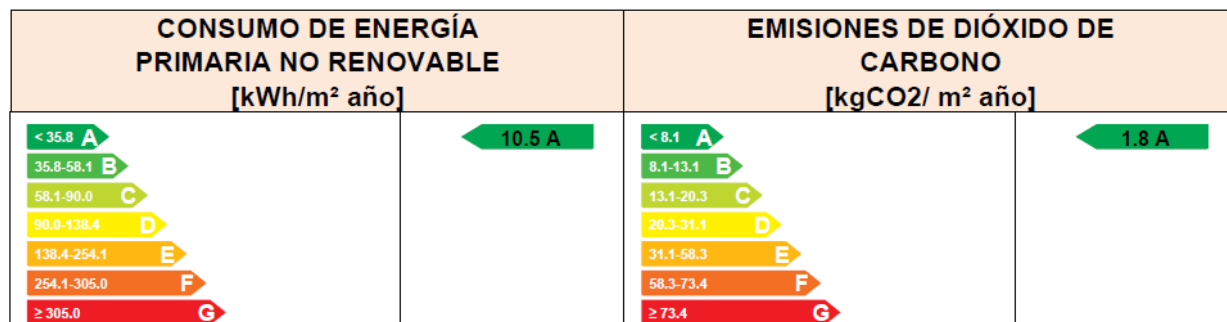


Figura 78 – Calificación energética certificado mejorado

Tras la rehabilitación, la vivienda alcanza una calificación energética A, con un consumo de energía primaria no renovable de 10,5 kWh/m²·año y unas emisiones de 1,8 kgCO<sub>2</sub>/m²·año. Estos valores permiten clasificarla como un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, cercano al estándar de cero emisiones definido por la nueva normativa europea (EPBD). Este cambio supone una mejora enorme, dado que la calificación ha subido de una G a una A cercana a 0 emisiones.

En el informe de medidas de mejora del certificado base no se muestra únicamente la calificación energética mejorada, sino también los valores de las características de los elementos constructivos antes y después de realizar la mejora, con el objetivo de ver lo que supone en términos de eficiencia energética.

En la imagen inferior se muestra una tabla comparativa con los valores de la superficie y la transmitancia térmica antes y después de la adición de aislamiento térmico en las fachadas, las particiones y las cubiertas. En este caso, lo que varía es la transmitancia térmica, que pasa de 2.38 W/m² K a 0.34 W/m² K en las fachadas, de 1.36 W/m² K y 2.17 W/m² K en las particiones superior e inferior respectivamente, a 0.48 W/m² K, y las cubiertas se incrementan de 2.63 W/m² K a 0.35 W/m² K.

Tabla 12 – Informe medidas de mejora: Aislamiento térmico

| Nombre                               | Tipo               | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59                  | 2.38                          | 19.59                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73                  | 2.38                          | 18.73                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28                  | 2.38                          | 18.28                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.90                   | 2.38                          | 5.90                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28                   | 2.38                          | 2.28                        | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36                   | 2.38                          | 7.36                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53                  | 2.38                          | 13.53                       | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.00                  | 2.38                          | 14.00                       | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43                   | 2.38                          | 3.43                        | 0.34                               |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.00                  | 1.36                          | 20.00                       | 0.48                               |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15                   | 2.63                          | 9.15                        | 0.35                               |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.00                  | 2.17                          | 19.00                       | 0.48                               |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.00                  | 2.17                          | 32.00                       | 0.48                               |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 15.94                  | 2.38                          | 15.94                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61                  | 2.38                          | 18.61                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67                  | 2.38                          | 15.67                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22                   | 2.38                          | 7.22                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38                   | 2.38                          | 2.38                        | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43                   | 2.38                          | 6.43                        | 0.34                               |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.00                  | 1.36                          | 14.00                       | 0.48                               |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04                   | 2.63                          | 5.04                        | 0.35                               |
| Cubierta con aire - E5               | Cubierta           | 7.80                   | 2.63                          | 7.80                        | 0.35                               |
| Partición superior - Salón           | Partición Interior | 25.00                  | 1.36                          | 25.00                       | 0.48                               |

La sustitución de las ventanas actuales por unas de doble vidrio bajo emisor también supone una gran mejora de sus características, tanto de la transmitancia térmica del hueco como la del vidrio, cuyos valores se reducen a aproximadamente la mitad. En esta tabla no está reflejado, pero las tres puertas (Puerta entrada, Puerta terraza PB y Puerta terraza P1) también mejorarían su transmitancia térmica a 1.30 W/m² K.

Tabla 13 – Informe medidas de mejora: Cambio de ventanas

| Nombre                  | Tipo  | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual del hueco [W/m² K] | Transmitancia actual del vidrio [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] | Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K] |
|-------------------------|-------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.80                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 2.80                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.40                   | 2.97                                    | 3.30                                     | 0.40                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.10                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.10                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.90                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.90                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.70                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 2.70                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.43                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 2.47                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.26                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.60                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 1.60                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14                   | 5.70                                    | 5.70                                     | 6.14                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.08                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.56                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.08                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.60                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.60                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.88                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.94                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.49                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28                   | 2.97                                    | 3.30                                     | 2.28                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.88                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 0.40                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 0.40                        | 2.20                               | 0.00                                          |

Por último, las instalaciones, cuyo rendimiento se eleva casi cinco veces si se cambia la caldera actual por una de aerotermia.

Tabla 14 – Informe de medidas de mejora: Instalaciones

**Generadores de calefacción**

| Nombre                           | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                  |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli      | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | -                | -                            | -                                  | -                                              | -                      |
| Calefacción, refrigeración y ACS | -                | -                | -                      | -                                  | Bomba de Calor   | -                            | 285.8%                             | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>                   |                  |                  |                        |                                    |                  |                              |                                    |                                                |                        |

**Generadores de refrigeración**

| Nombre                           | Tipo | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------------------------|------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                  |      | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción, refrigeración y ACS | -    | -                | -                      | -                                  | Bomba de Calor   | -                            | 310.1%                             | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>                   |      |                  |                        |                                    |                  |                              |                                    |                                                |                        |

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

| Nombre                           | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                  |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli      | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | -                | -                            | -                                  | -                                              | -                      |
| Calefacción, refrigeración y ACS | -                | -                | -                      | -                                  | Bomba de Calor   | -                            | 457.1%                             | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>                   |                  |                  |                        |                                    |                  |                              |                                    |                                                |                        |





## **7. Cómo afecta el diseño de una vivienda en su eficiencia energética**

El diseño arquitectónico de una vivienda es un factor determinante en su comportamiento energético. La orientación, la forma, los materiales empleados y la distribución de los espacios condicionan tanto la demanda de calefacción y refrigeración como el aprovechamiento de la luz natural y las energías renovables. A lo largo del tiempo, el diseño de las viviendas ha evolucionado, adaptándose a los recursos disponibles, al clima, a las necesidades de confort y a las normativas vigentes. Por ello, resulta fundamental analizar tanto esta evolución histórica como los factores de diseño actuales que influyen en la eficiencia energética de los edificios.

### **7.1. Evolución del diseño de las viviendas**

En este apartado se estudiará el diseño de las casas antiguas en comparación con las casas modernas, y cómo afecta esta diferencia a la eficiencia energética.

Las casas antiguas, generalmente construidas con materiales locales disponibles en el lugar de construcción, como piedra, adobe, ladrillo macizo o madera, solían contar con muros muy gruesos que proporcionaban una gran inercia térmica, acumulando calor en invierno y manteniendo el frescor en verano, aunque no disponían de materiales aislantes específicos. Las cubiertas de estas viviendas eran inclinadas, pensadas para evacuar agua de lluvia y nieve, y las fachadas solían tener colores naturales o terrosos, derivados de los propios materiales. En cuanto a su forma, eran poco compactas e irregulares, resultado de sucesivas ampliaciones, y las ventanas eran pequeñas con el fin de reducir pérdidas de calor. Todo esto hacía que su eficiencia energética dependiera más de las prestaciones térmicas de los materiales y de los hábitos de los ocupantes, como puede ser el uso de chimeneas, que de un diseño orientado al ahorro energético.

En cambio, el diseño de las casas actuales está enfocado principalmente en su eficiencia energética, empleando materiales como el hormigón, ladrillo o acero y la adición de aislamiento térmico y acústico de altas prestaciones (poliestireno expandido o extruido, lana mineral, corcho, poliuretano, ...). A diferencia de las casas antiguas, los muros de las modernas son más ligeros, pero a pesar de ello no tienen puentes térmicos debido a la continuidad entre los materiales. Las cubiertas suelen ser planas o con una pendiente poco significativa, lo que permite la instalación de placas solares, terrazas o zonas verdes. Para las fachadas predominan los colores claros, principalmente el blanco, que refleja la radiación solar y mantienen la vivienda más fría. En cuanto al diseño, predomina la compacidad, con formas cúbicas simples, que reducen la cantidad de superficies expuestas, evitando pérdidas de calor innecesarias. Las ventanas son más grandes, pero tienen unas muy buenas

prestaciones, con vidrios dobles o triples bajos emisivos, lo que permite aprovechar al máximo la luz solar, al mismo tiempo que evitar la entrada de frío.

Esta evolución en el diseño de las viviendas se debe a los avances tecnológicos y los materiales disponibles, al cambio en las necesidades y en el estilo de vida, a la conciencia ambiental por el cambio climático y en gran parte debido a la normativa medioambiental que fue surgiendo a lo largo de los años. Como ya se explicó en apartados anteriores, la primera normativa importante acerca de la eficiencia energética en edificios en la Unión Europea fue la Directiva 2002/91/CE, lo que explica por qué antes de esta fecha no se tenía en cuenta la sostenibilidad en la construcción de los edificios. [95]

## 7.2. Factores de diseño que influyen en la eficiencia energética

Como se comentó en apartados anteriores, la eficiencia energética se refiere a la optimización de la energía, es decir, utilizar la mínima energía posible para realizar una tarea de forma satisfactoria. Para ello, no es suficiente con pensar en el aislamiento, los huecos y las instalaciones, si no también es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

### 1. Orientación y aprovechamiento de la luz natural

La orientación determinará cuántas horas de luz solar tendrá el inmueble al día, y en qué zonas, lo que afectará en gran medida al confort de la vivienda.

Dado que el sol sale por el este y se pone por el oeste, para climas cálidos la orientación este es la más beneficiosa, pues permite la entrada de luz por las mañanas. Para climas fríos es más recomendable una orientación oeste, lo que permitirá calentar la vivienda por la tarde y mantener ese calor durante la noche. Si la casa mira hacia el norte, sólo entrarán rayos de sol en verano, y concretamente a primera hora de la mañana y última de la tarde. Esta orientación puede ser una buena opción para lugares con un clima caluroso durante todo el año. Una casa orientada hacia el sur recibirá luz durante otoño, invierno y primavera, durante las horas centrales del día, que son las más calurosas. Eso la convierte en una orientación óptima para climas fríos durante gran parte del año.

Al orientar la casa según el clima de la zona en la que está situada, y las preferencias personales, se puede ahorrar mucho en las facturas de la luz, ya que por ejemplo una orientación norte en Asturias supondrá mucho frío, lo que conllevará un mayor empleo de la calefacción, y por tanto un mayor gasto de energía. Otra forma de mejorar el confort térmico es mediante el empleo de persianas, cortinas, lamas o toldos, que regulan las entradas de luz y pueden ser automatizados para mejorar el bienestar. [96]

### 2. Forma y compacidad

Según el DB-HE del CTE, la compacidad se define como “la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o parte del edificio) y la suma

de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica ( $A = \sum A_i$ ). Se expresa en  $m^3/m^2$ , siendo la expresión de la compactidad  $= V/A$ . Es decir, a mayor volumen y menor cantidad de fachadas expuestas, mayor compactidad, y por tanto se produce una menor pérdida de calor, algo que es conveniente para climas fríos. En climas cálidos, una compactidad baja significa una mayor pérdida de calor, lo que puede ser favorable. [97]

Por ello, viviendas compactas con formas simples tienen menos pérdidas que aquellas fragmentadas, con terrazas, retranqueos o buhardillas.

### 3. Envolvente térmica y materiales

La envolvente térmica juega un papel importantísimo en la eficiencia energética de un edificio, no sólo por ser la principal vía por la que entra o escapa frío o calor, sino también por suponer una parte muy grande de la casa, por lo que la sostenibilidad de estos materiales puede cambiar el impacto ambiental de la vivienda. Además, los materiales que conforman la vivienda marcarán los valores de conductividad e inercia térmica, así como la transpirabilidad, lo que hará que la vivienda sea más o menos confortable.

Dentro de la envolvente se deben mencionar también los puentes térmicos, cuya presencia implica pérdidas de energía y mayor riesgo de condensaciones. Los puentes dependen tanto del diseño de la vivienda como de una correcta construcción, pues suelen aparecer en zonas por las que se pierde la continuidad entre los materiales, donde se produce un cambio de espesor, o en grietas debidas a una mala instalación. [98]

### 4. Inercia térmica

La inercia térmica es la propiedad que tienen algunos materiales que consiste en almacenar calor durante las horas de sol, y liberarlo lentamente por la noche. Depende de la capacidad calorífica, la densidad y la conductividad térmica del material.

Las viviendas expuestas al sol durante todo el día pueden beneficiarse significativamente de materiales con elevada inercia térmica, evitando la elevación de la temperatura interior de la casa y liberando el exceso de calor durante las horas sin luz. [99]

### 5. Ventilación natural y estanqueidad

De acuerdo con el DB-HS del CTE, todas las viviendas deben disponer de un sistema de ventilación híbrida o mecánica, que permita el intercambio del aire interior con el exterior, con el fin de reducir malos olores y humedades.

Para mejorar la capacidad de ventilación se puede emplear la ventilación cruzada, que consiste en abrir las ventanas o puertas de fachadas opuestas, con el fin de renovar el aire de manera más eficiente.

Una vivienda estanca es aquella que mantiene el aire dentro, evitando la entrada de calor en verano y de frío en invierno. Es esencial para prevenir las pérdidas de energía y mantener una elevada eficiencia energética. [100]

Diseñar una vivienda considerando estos factores sirve tanto para mejorar su eficiencia energética como para aumentar el bienestar, pero lo más importante serán los materiales elegidos, el tipo de aislamiento, las ventanas y las instalaciones, que tendrán un impacto más directo sobre su comportamiento energético. La elección de estos elementos dependerá de sus características, entre las cuales se encuentra la transmitancia térmica. La Tabla a del Anejo E del DB-HE (correspondiente con la *Tabla 8 - Transmitancia térmica del elemento U*) muestra los valores orientativos de transmitancia de los muros y suelos, cubiertas, particiones y huecos según la zona climática en la que se ubique el inmueble, lo cual puede ayudar en la elección de los elementos.

## **8. Conclusiones y trabajos futuros**

Tras la finalización de este trabajo de fin de grado, se concluye que se han cumplido todos los objetivos propuestos, ampliando en gran medida los conocimientos sobre sostenibilidad, eficiencia energética en los diferentes sectores y en la Unión Europea, y sobre el programa de certificación CE3X.

El certificado energético realizado tuvo la peor calificación posible, algo que era de esperar sabiendo el año de construcción y su estado actual. Sin embargo, con las reformas explicadas, la vivienda podrá llegar a ser un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, pasando de la letra G a la A, lo que resulta un avance enorme en cuanto a eficiencia energética.

Una posible continuación de este trabajo es la realización del certificado energético de la vivienda de Asturias mediante alguna de las herramientas mencionadas anteriormente, como puede ser Lider-Calener, con el fin de comparar los resultados y comprobar la exactitud de los programas.



## 9. Bibliografía

- [1] Carnalla-Martínez, C. (2024, julio 31). Los efectos del cambio climático. NASA Science; NASA. <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/los-efectos-del-cambio-climatico/>
- [2] United Nations. (s. f.). Datos de interés. United Nations. Recuperado 15 de enero de 2025, de <https://www.un.org/es/climatechange/science/key-findings>
- [3] Mateu, P. (2024, abril 18). Estos son 20 conceptos clave del cambio climático que debes conocer. National geographic. [https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/abc-cambio-climatico\\_21794](https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/abc-cambio-climatico_21794)
- [4] Certificación de eficiencia energética de los edificios. (n.d.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved April 22, 2025, from <https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/certificacion-energetica.html>
- [5] Iribarren Robledo, P. (2018). Indicadores y metodología de la certificación energética en España [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/31494>
- [6] López Lorenzo, M. (2017). Certificación energética de un edificio universitario existente [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/24358>
- [7] Basterra García, M. (2017). Decatlón comparativo de 3 programas de certificación y calificación energética de edificios existentes [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/26504>
- [8] Dueñas Pamplona, J. (2015). Certificación energética de edificios sanitarios de la Gerencia de Atención Especializada de Valladolid-Este [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/15231>
- [9] Cobos Dehesa, K. (2018). Certificación energética de la vivienda Calle Garate No14, 1D [Universidad de País Vasco]. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/29244/TFG%20kerman%20version%20final.pdf>
- [10] Fuentes de energía, ¿qué son y tipos que existen? (s. f.). Naturgy.es. Recuperado 23 de enero de 2025, de [https://www.naturgy.es/hogar/blog/fuentes\\_energia](https://www.naturgy.es/hogar/blog/fuentes_energia)
- [11] United Nations. (s. f.-b). ¿Qué son las energías renovables? United Nations. Recuperado 23 de enero de 2025, de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- [12] United Nations. (s. f.). Energías renovables: energías para un futuro más seguro. United Nations. Recuperado 23 de enero de 2025, de <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- [13] Cambio climático: gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 4 de febrero de 2025, de

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20230316STO77629/cambio-climatico-gases-de-efecto-invernadero-que-causan-el-calentamiento-global>

[14] Gases fluorados. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 4 de febrero de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/fluorados.html>

[15] Lagos, A. (2024, marzo 15). ¿Qué es el Potencial de Calentamiento Global (PCG)? Weya Academy. <https://weya.academy/co2-equivalente/>

[16] Los ODS en acción. (s. f.). PNUD. Recuperado 16 de enero de 2025, de <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

[17] PNUMA: 50 años de hitos en favor del medio ambiente. (2023, diciembre 23). ONU. <https://www.unep.org/es/environmental-moments-unep50-timeline>

[18] Programme, U. N. E. [UNEP]. (s. f.). 50 años del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [[Object Object]]. Youtube. Recuperado 16 de junio de 2025, de <https://www.youtube.com/watch?v=LuaSssYKOzI>

[19] Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL). (s. f.). Organización Marítima Internacional. Recuperado 18 de junio de 2025, de [https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-\(marpol\).aspx](https://www.imo.org/es/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx)

[20] 23 reunión anual del Programa de Mares Regionales. (s. f.). ONU Programa para el medio ambiente. Recuperado 18 de junio de 2025, de <https://www.unep.org/es/events/conferencia/23-reunion-anual-del-programa-de-mares-regionales>

[21] Convenio de Ginebra de 1979 sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 19 de junio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/normativa-calidad-del-aire/convenio-ginebra.html>

[22] Convención de Viena y Protocolo de Montreal -. (2021, junio 8). Gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/convencion-de-viena-y-protocolo-de-montreal/>

[23] Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. (s. f.). Europa.Eu. Recuperado 24 de junio de 2025, de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/montreal-protocol-on-substances-that-deplete-the-ozone-layer.html>

[24] Convention, B. (s. f.). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. Basel.int. Recuperado 25 de junio de 2025, de <https://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>



[25] Otros instrumentos jurídicos relacionados con los COP. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 26 de junio de 2025, de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/contaminantes-organicos-persistentes-cop/otros\\_instrumentos.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/contaminantes-organicos-persistentes-cop/otros_instrumentos.html)

[26] Lucha contra las amenazas que conllevan los productos químicos (Convenio de Estocolmo). (s. f.). Europa.eu. Recuperado 27 de junio de 2025, de <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/tackling-threats-posed-by-chemicals-stockholm-convention.html?fromSummary=30>

[27] Acciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Convenio de Minamata sobre el Mercurio. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 28 de junio de 2025, de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/mercurio/acciones\\_pnuma.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/mercurio/acciones_pnuma.html)

[28] El mundo pone fin a la era de la gasolina con plomo y elimina una grave amenaza para la salud humana y ambiental. (2021, agosto 30). ONU. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/el-mundo-pone-fin-la-era-de-la-gasolina-con-plomo-y>

[29] Convenio CITES. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 30 de junio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/convenios-internacionales/cites-convenio.html>

[30] Convenio de Bonn o Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 1 de julio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/convenios-internacionales/ce-conv-int-bonn.html>

[31] The Montevideo Environmental Law Programme: a decade of action on environmental law. (s. f.). ONU. Recuperado 1 de julio de 2025, de <https://www.unep.org/es/node/1167>

[32] Convenio sobre la Diversidad Biológica. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 1 de julio de 2025, de [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-el-mundo/cb\\_mundo\\_convenio\\_diversidad\\_biologica.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-el-mundo/cb_mundo_convenio_diversidad_biologica.html)

[33] Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 1 de julio de 2025, de [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-el-mundo/cb\\_mundo\\_plataforma\\_ipbes.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/conservacion-de-la-biodiversidad-en-el-mundo/cb_mundo_plataforma_ipbes.html)

[34] IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change. (s. f.). [ipcc.ch](https://www.ipcc.ch/). Recuperado 2 de mayo de 2025, de <https://www.ipcc.ch/>

[35] United Nations. (s. f.). Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, 3-14 de junio de 1992. United Nations. Recuperado 2 de junio de 2025, de <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>

[36] Naciones Unidas. (1992). Programa 21.

[37] Conferencia de las partes (COP). (s. f.). [unfccc.int](https://unfccc.int). Recuperado 3 de julio de 2025, de <https://unfccc.int/es/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>

[38] Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s. f.). [unfccc.int](https://unfccc.int). Recuperado 3 de junio de 2025, de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

[39] United Nations. (s. f.). Convenio sobre la Diversidad Biológica. United Nations. Recuperado 3 de julio de 2025, de <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention>

[40] Convención de las Naciones Unidas para la lucha contra la desertificación. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 3 de julio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/legislacion/legislacion-y-convenios/convenios-internacionales/leg-convenios-int-convencion-lucha-desert.html>

[41] El Protocolo de Kioto. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 5 de julio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.html>

[42] El Acuerdo de París. (s. f.). [unfccc.int](https://unfccc.int). Recuperado 5 de julio de 2025, de <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

[43] Global Historical Emissions. (s. f.). [Climatewatchdata.org](https://climatewatchdata.org). Recuperado 6 de julio de 2025, de [https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end\\_year=2018&regions=TOP&start\\_year=1990](https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2018&regions=TOP&start_year=1990)

[44] Emisiones de gases de efecto invernadero por país y sector (infografía). (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 6 de julio de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20180301STO98928/emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pais-y-sector-infografia>

[45] La eficiencia energética. (s. f.). Europa.eu. Recuperado 10 de julio de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/69/la-eficiencia-energetica>

[46] Pacto Verde Europeo: clave para una UE climáticamente neutra y sostenible. (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 31 de agosto de 2025, de

<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200618STO81513/pacto-verde-europeo-clave-para-una-ue-climaticamente-neutral-y-sostenible>

[47] La Unión Europea en la lucha contra el cambio climático. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 31 de agosto de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea.html>

[48] ¿Qué es la neutralidad de carbono y cómo alcanzarla para 2050? (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 31 de agosto de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20190926STO62270/que-es-la-neutralidad-de-carbono-y-como-alcanzarla-para-2050>

[49] REPowerEU. (s. f.). Comisión Europea. Recuperado 31 de agosto de 2025, de [https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu\\_es](https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_es)

[50] National energy and climate plans. (s. f.). European Commission. Recuperado 12 de julio de 2025, de [https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans\\_en?prefLang=es&etrans=es](https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en?prefLang=es&etrans=es)

[51] Cambio climático: cómo mejorar la gestión de los bosques como sumideros de carbono. (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 8 de julio de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20170711STO79506/cambio-climatico-como-gestionar-mejor-los-bosques-como-sumideros-de-carbono>

[52] Objetivo 55: reforma del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE. (s. f.). Europa.eu. Recuperado 10 de julio de 2025, de <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>

[53] Reducir las emisiones de los automóviles: nuevos objetivos de CO<sub>2</sub>. (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 10 de julio de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20180920STO14027/reducir-las-emisiones-de-los-automoviles-nuevos-objetivos-de-co2>

[54] La prohibición de vender nuevos coches de gasolina y diésel a partir de 2035 en la UE. (s. f.). Parlamento Europeo. Recuperado 10 de julio de 2025, de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20221019STO44572/la-prohibicion-de-vender-nuevos-coches-de-gasolina-y-diesel-a-partir-de-2035>

[55] Clean energy for all Europeans package. (s. f.). Archive-it.org. Recuperado 11 de julio de 2025, de [https://wayback.archive-it.org/12090/20241209144917/https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package\\_en](https://wayback.archive-it.org/12090/20241209144917/https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en)

[56] Ecologización de la agricultura. (s. f.). Europa.eu. Recuperado 12 de julio de 2025, de <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/greening-agriculture/>

[57] Total net greenhouse gas emission trends and projections in Europe. (s. f.). Europa.Eu. Recuperado 13 de julio de 2025, de

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/total-greenhouse-gas-emission-trends>

[58] Power BI report. (s. f.). Powerbi.com. Recuperado 20 de agosto de 2025, de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaW50ZGZjOTgtYTg1ZS00ZWVmLTJhMjM0ZWQ0MTZiMTY1NCIsImMiOiJ9>

[59] IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

[60] BOE. (2021). Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447)

[61] El Gobierno aprueba la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, que marca la senda para alcanzar la neutralidad climática a 2050. (s. f.). Idae.es. Recuperado 28 de agosto de 2025, de <https://www.idae.es/noticias/el-gobierno-aprueba-la-estrategia-de-descarbonizacion-largo-plazo-que-marca-la-senda-para>

[62] Directiva 93/76/CEE, 13 de septiembre de 1993, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1993-81535>

[63] Directiva 2002/91/CE, 16 de diciembre de 2002, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32002L0091>.

[64] Directiva 2010/31/UE, 19 de mayo de 2010, <https://www.boe.es/doue/2010/153/L00013-00035.pdf>

[65] Directiva 2012/27/UE, 25 de octubre de 2012, <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>

[66] Directiva (UE) 2018/844, 30 de mayo de 2018, <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>

[67] Reglamento (UE) 2018/1999, 11 de diciembre de 2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32018R1999&qid=1682402101637>

[68] Directiva (UE) 2023/1791, 13 de septiembre de 2023, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2023-81299>

[69] DIRECTIVA (UE) 2024/1275, 24 de abril de 2024, BOE, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-80664>

[70] Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Recuperado 23 de julio de 2025, de <https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/epbd2024.html>

- [71] Efinovatic [@efinovatic676]. (2024, abril 26). CE3X Talks: Workshop nacional SRI2Market: Indicador de preparación inteligente para edificios (SRI) Youtube. [https://www.youtube.com/watch?v=9\\_rg2UusnHs](https://www.youtube.com/watch?v=9_rg2UusnHs)
- [72] Calificación Energética de Edificios. (s. f.). IDAE. Recuperado 24 de julio de 2025, de <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/calificacion-energetica-de-edificios>
- [73] Real Decreto 47/2007, 19 de enero de 2007, BOE 17, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-2007>
- [74] Real Decreto 659/2025, 22 de julio de 2025, [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2025-15230](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2025-15230)
- [75] Real Decreto 235/2013, 5 de abril de 2013, 16, <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-3904-consolidado.pdf>
- [76] Yuste, P. S. (s. f.). Programas oficiales para la certificación energética de edificios ¿Cuál utilizo? Certificadosenergeticos.com. Recuperado 25 de julio de 2025, de <https://www.certificadosenergeticos.com/programas-oficiales-certificacion-energetica-edificios-cual-utilizo>
- [77] Herramienta Unificada LIDER-CALENER: Manual de Usuario. (s. f.). Recuperado 29 de agosto de 2025, de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Programas/lider-calener/ManualDeUsuarioHULC-20151221.pdf>
- [78] Ecoefys, S. L. [@ecoefyss.l2904]. (2014, diciembre 14). Ejercicio Completo herramienta unificada Lider calener [[Object Object]]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=A0BmnRtwUuY>
- [79] López, S. M. (2016, mayo 25). ¿Qué es el CERMA? Certicalia. <https://www.certicalia.com/blog/que-es-el-cerma>
- [80] Mateos, A. D. (2023, diciembre 27). Guía completa de CE3X: Descarga, uso y diferencias con CE3. Certicalia. <https://www.certicalia.com/blog/donde-descargar-ce3x>
- [81] de Belza, R. C. (2024, noviembre 14). CYPETHERM HE Plus. CYPE; CYPE Software. <https://info.cype.com/es/producto/cypetherm-he-plus/>
- [82] Efinovatic: Certificación energética de edificios. (s. f.). Efinovatic.es. Recuperado 25 de julio de 2025, de <https://www.efinovatic.es/energyPlus/>
- [83] Yuste, P. S. (s. f.). TeKton3D TK CEEP programa reconocido para la calificación y certificación energética de edificios. Certificadosenergeticos.com. Recuperado 25 de julio de 2025, de <https://www.certificadosenergeticos.com/tekton3d-tk-ceep-programa-reconocido-para-la-calificacion-y-certificacion-energetica-de-edificios>
- [84] MIYABI & CENER. (2012). Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X. [http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual\\_usuario%20CE3X\\_05.pdf](http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual_usuario%20CE3X_05.pdf)

[85] Yuste, P. S. (s. f.). Ejemplo de cálculo de la ventilación de una vivienda con el nuevo HS3. [Certificadosenergeticos.com](https://www.certificadosenergeticos.com). Recuperado 19 de agosto de 2025, de <https://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-calculo-ventilacion-vivienda-nuevo-hs3>

[86] Aislamiento térmico interior o exterior: ¿Cuál me interesa más? (2022, abril 19). Rhonatherm; Sate Rhonatherm. <https://www.saterhonatherm.com/blog/aislamiento-termico-interior-exterior/>

[87] Tipos de aislamiento para fachadas con sistema SATE en rehabilitación. (2025, febrero 26). <https://www.acuatroarquitectos.com/>; Acuatro Arquitectos. <https://www.acuatroarquitectos.com/tipos-de-aislamiento-para-fachadas-con-sistema-sate-en-rehabilitacion/>

[88] AGLOCORK TÉRMICO - Corcho Natural Expandido -. (2024, febrero 23). COM-CAL. <https://com-cal.com/tienda-profesional-de-la-construccion-para-la-bioconstruccion/aislamientos/aglocork-termico-corcho-natural-expandido>

[89] Estefania, A. (2020, febrero 24). Ventanas de PVC o Aluminio. ECOVEN PLUS. <https://ecovenplus.com/ventanas-pvc-o-aluminio-cual-elegir-guia/>

[90] SOFTLINE 70. (2020, enero 8). VEKA Iberica; VEKA Ibérica. <https://www.veka.es/productos/softline-70-ventanas-practicables-oscilobatientes/>

[91] Aerotermia, una opción sostenible y eficiente. (s. f.). Iberdrola.com. Recuperado 14 de agosto de 2025, de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-aerotermia-y-bombas-de-calor>

[92] Daikin Altherma 3 Diseño Compact. (s. f.). Daikin.es. Recuperado 14 de agosto de 2025, de [https://www.daikin.es/es\\_es/hogar/productos-y-recomendaciones/gama-productos/equipos-aerotermia/daikin-altherma/daikin-altherma-3-r-ech2o.html](https://www.daikin.es/es_es/hogar/productos-y-recomendaciones/gama-productos/equipos-aerotermia/daikin-altherma/daikin-altherma-3-r-ech2o.html)

[93] Placas solares fotovoltaicas: qué son, tipos de paneles y cómo funcionan. (s. f.). Iberdrola.com. Recuperado 15 de agosto de 2025, de <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestro-modelo-innovacion/como-funcionan-placas-solares-fotovoltaicas>

[94] Es, T. (2019, mayo 9). Precio del gas natural en España: ¿cuánto cuesta el gas hoy? [tarifaluzhora.es](https://tarifaluzhora.es). [https://tarifaluzhora.es/info/precio-kwh-gas-natural?utm\\_source](https://tarifaluzhora.es/info/precio-kwh-gas-natural?utm_source)

[95] Casas modernas vs casas tradicionales. (s. f.). Eurocasetas. Recuperado 25 de agosto de 2025, de [https://eurocasetas.com/es/blog/casas-modernas-vs-casas-tradicionales-b450.html?srsId=AfmBOopqUXPgm--47\\_1LnnMyf1e46qHc-nfZdl7df\\_CzK1uHykyYTP4-](https://eurocasetas.com/es/blog/casas-modernas-vs-casas-tradicionales-b450.html?srsId=AfmBOopqUXPgm--47_1LnnMyf1e46qHc-nfZdl7df_CzK1uHykyYTP4-)

[96] Sicre, L. (2024, marzo 4). ¿Cuál es la mejor orientación para una casa y cómo sacarle partido? [idealista](https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2021/04/12/789928-la-importancia-de-la-orientacion-de-la-casa-en-las-horas-de-sol-y-que-es-mejor-segun). <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2021/04/12/789928-la-importancia-de-la-orientacion-de-la-casa-en-las-horas-de-sol-y-que-es-mejor-segun>

[97] Yuste, P. S. (s. f.). Compacidad del edificio ¿Cómo se calcula y para qué sirve? Certificadosenergeticos.com. Recuperado 20 de agosto de 2025, de <https://www.certificadosenergeticos.com/compacidad-edificio-como-calcula-para-que-sirve>

[98] Yuste, P. S. (s. f.-a). Cálculo de puentes térmicos en la certificación energética de edificios (CTE documento de apoyo). Certificadosenergeticos.com. Recuperado 22 de agosto de 2025, de <https://www.certificadosenergeticos.com/calculo-puentes-termicos-certificacion-energetica-edificios-cte-documento-apoyo>

[99] Distribucions, D. (2024, julio 15). La inercia térmica de los materiales y su importancia. Diaterm. <https://www.diaterm.com/la-inercia-termica-de-los-materiales-y-su-importancia/>

[100] Ventilación Cruzada. (2023, octubre 17). CONSTRUIBLE. <https://www.construible.es/ventilacion-cruzada>







## ANEXO I: PLANOS

## **ANEXO I: PLANOS**

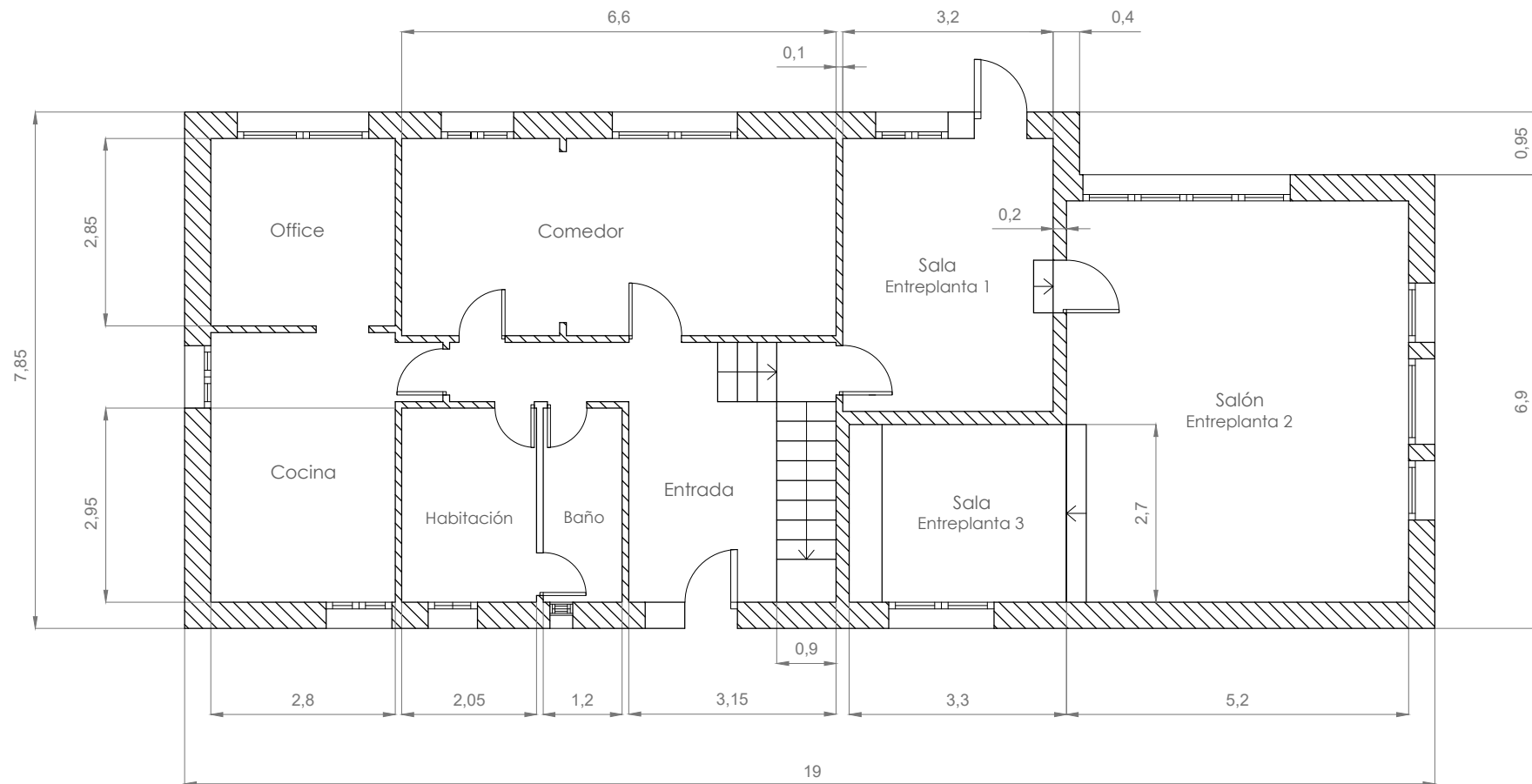
En este anexo se encuentran los planos de la vivienda unifamiliar de la que se realizó el certificado de eficiencia energética.

La vivienda se compone de dos plantas habitables (Planta Baja y Planta Primera) y de una planta inferior no habitable (Garaje y Semisótano).

Para que los planos fuesen lo más visibles posibles, se dividieron por su función, es decir, de la planta baja y de la planta primera se hicieron cuatro planos: en el primero se indicó la distribución interior, con las medidas interiores de cada sala, las medidas de las fachadas y el espesor de las paredes. En el segundo plano se posicionaron los huecos, que incluyen las ventanas y las puertas, y se indicaron sus dimensiones. En el tercero se dibujaron también las superficies exteriores de la vivienda, como pueden ser la entrada y las terrazas con sus medidas, y en el cuarto se hizo el plano necesario para realizar el certificado, indicando únicamente las medidas de las fachadas, las orientaciones, las alturas de cada entreplanta, las ventanas, las particiones interiores, las cubiertas y los voladizos. El garaje y el semisótano se representaron en un único plano.

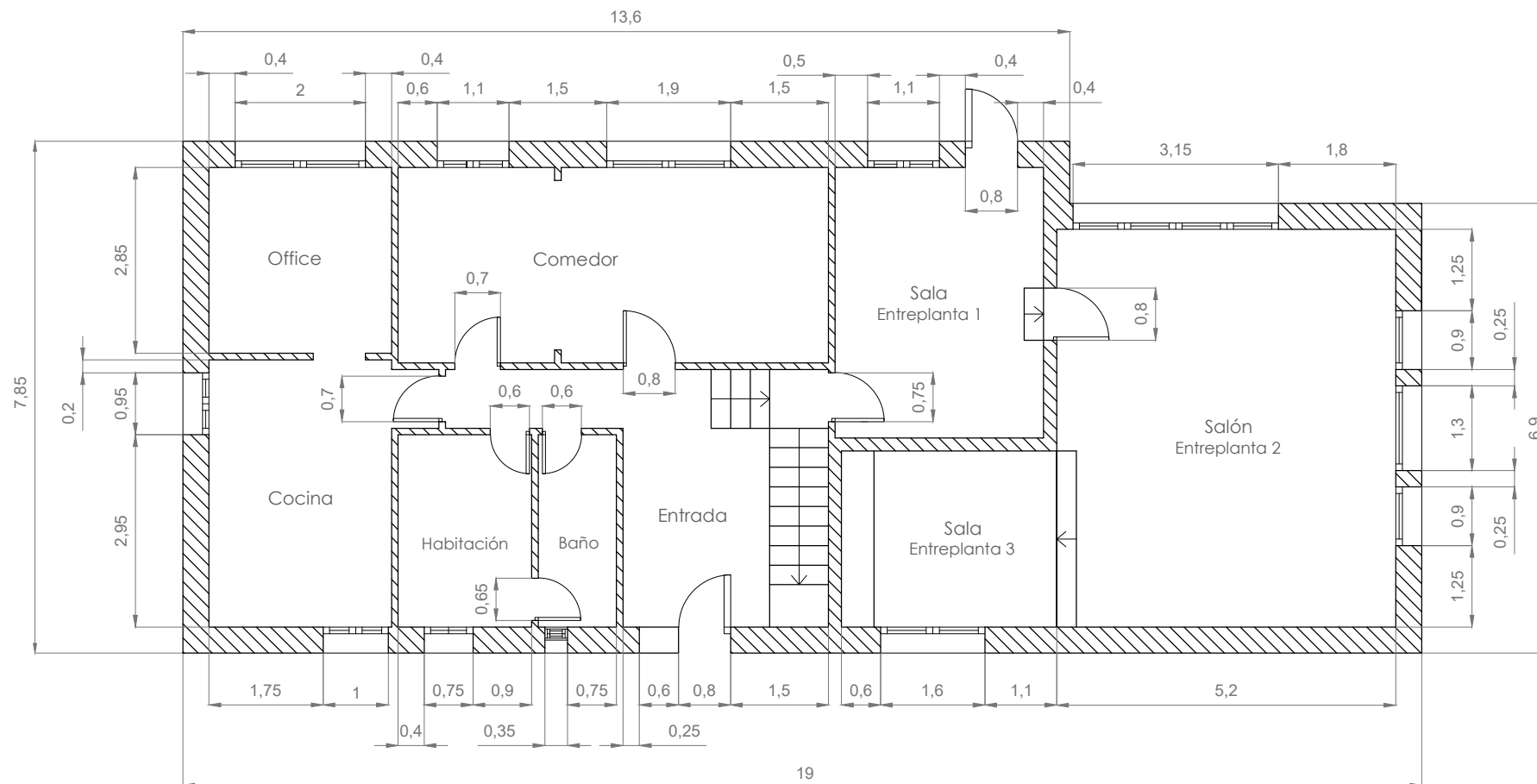
Los planos se nombraron de la siguiente manera:

1. Planta Baja: Distribución interior
2. Planta Baja: Posición huecos
3. Planta Baja: Terraza y Entrada
4. Planta Baja: Certificado
5. Planta Primera: Distribución interior
6. Planta Primera: Posición huecos
7. Planta Primera: Terrazas
8. Planta Primera: Certificado
9. Garaje y Semisótano



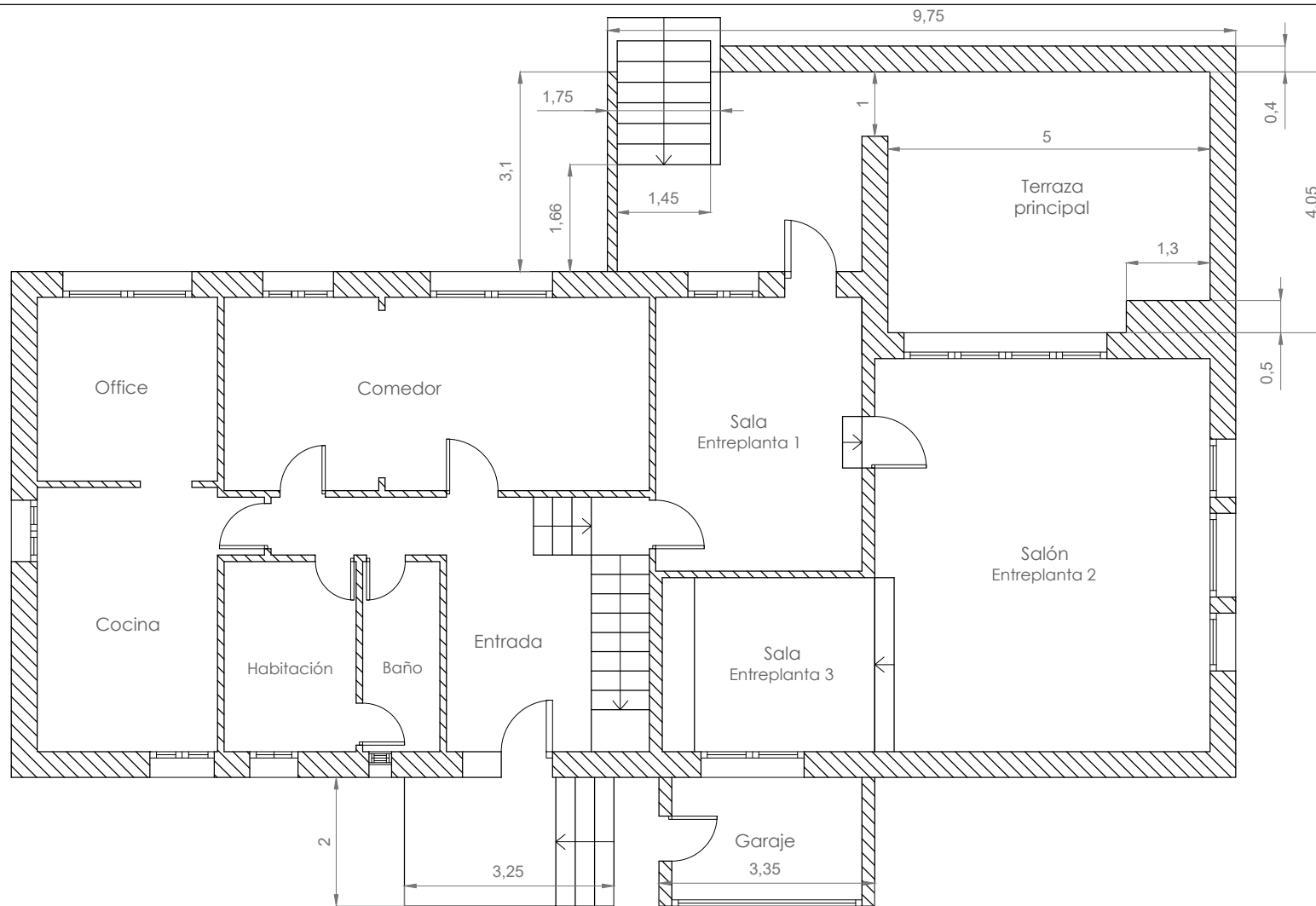
## PLANTA BAJA: DISTRIBUCIÓN

|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO N° | 1 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |



## PLANTA BAJA: POSICIÓN HUECOS

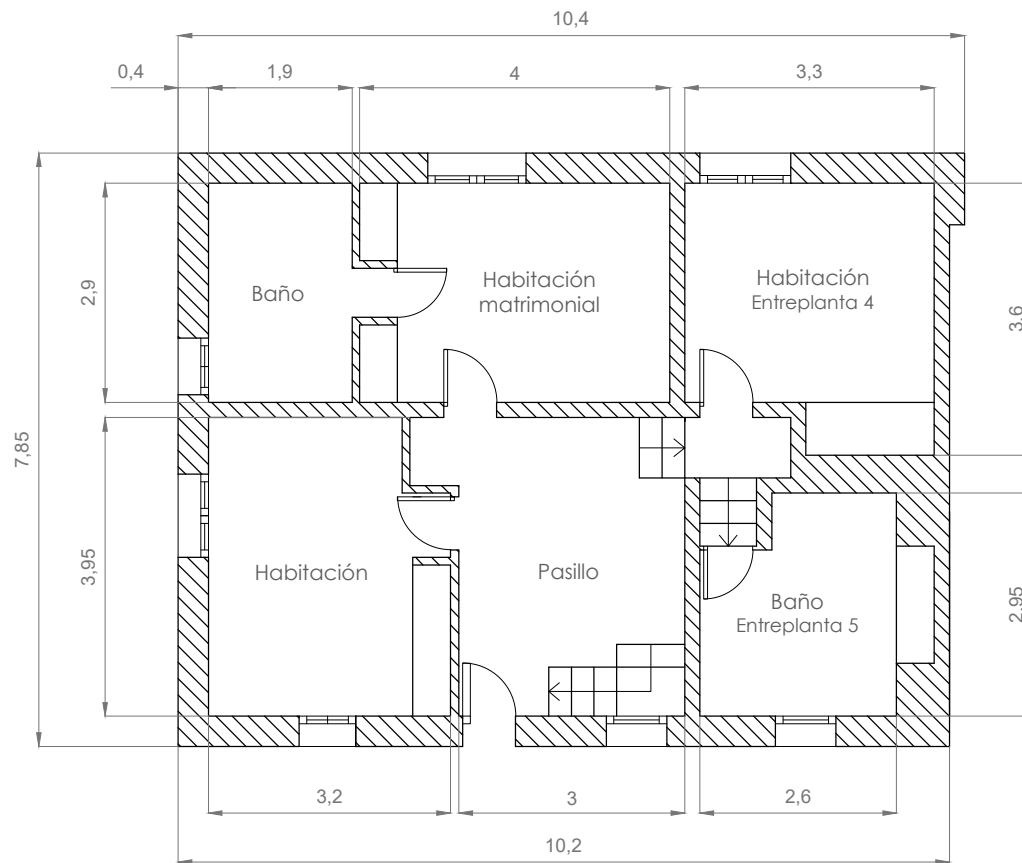
|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO Nº | 2 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |



### PLANTA BAJA: ENTRADA Y TERRAZA

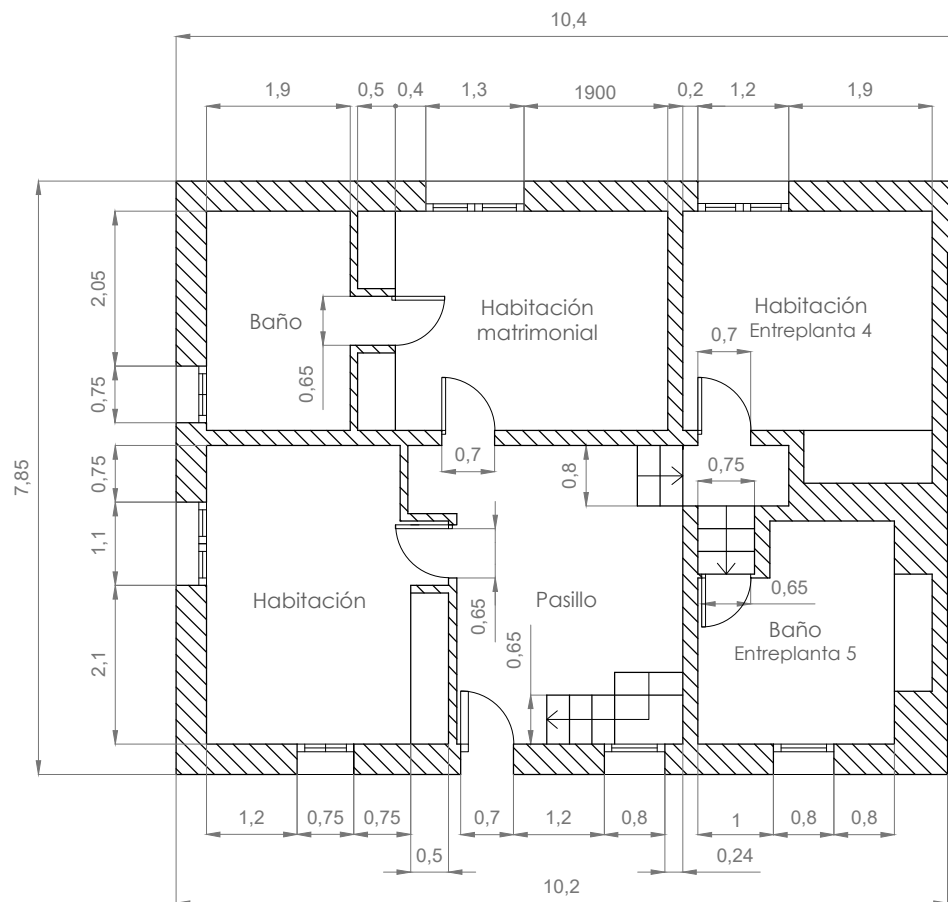
|                                          |       |          |   |                                                                                 |    |       |            |
|------------------------------------------|-------|----------|---|---------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------------|
| ESCALA                                   | 1:100 | PLANO N° | 3 | FORMATO                                                                         | A4 | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD<br>Universidad de Valladolid |       |          |   | TITULACIÓN<br>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |    |       |            |
| ALUMNO<br>Claudia Santos Beyebach        |       |          |   | ASIGNATURA<br>Trabajo Fin de Grado                                              |    |       |            |





### PLANTA PRIMERA: DISTRIBUCIÓN

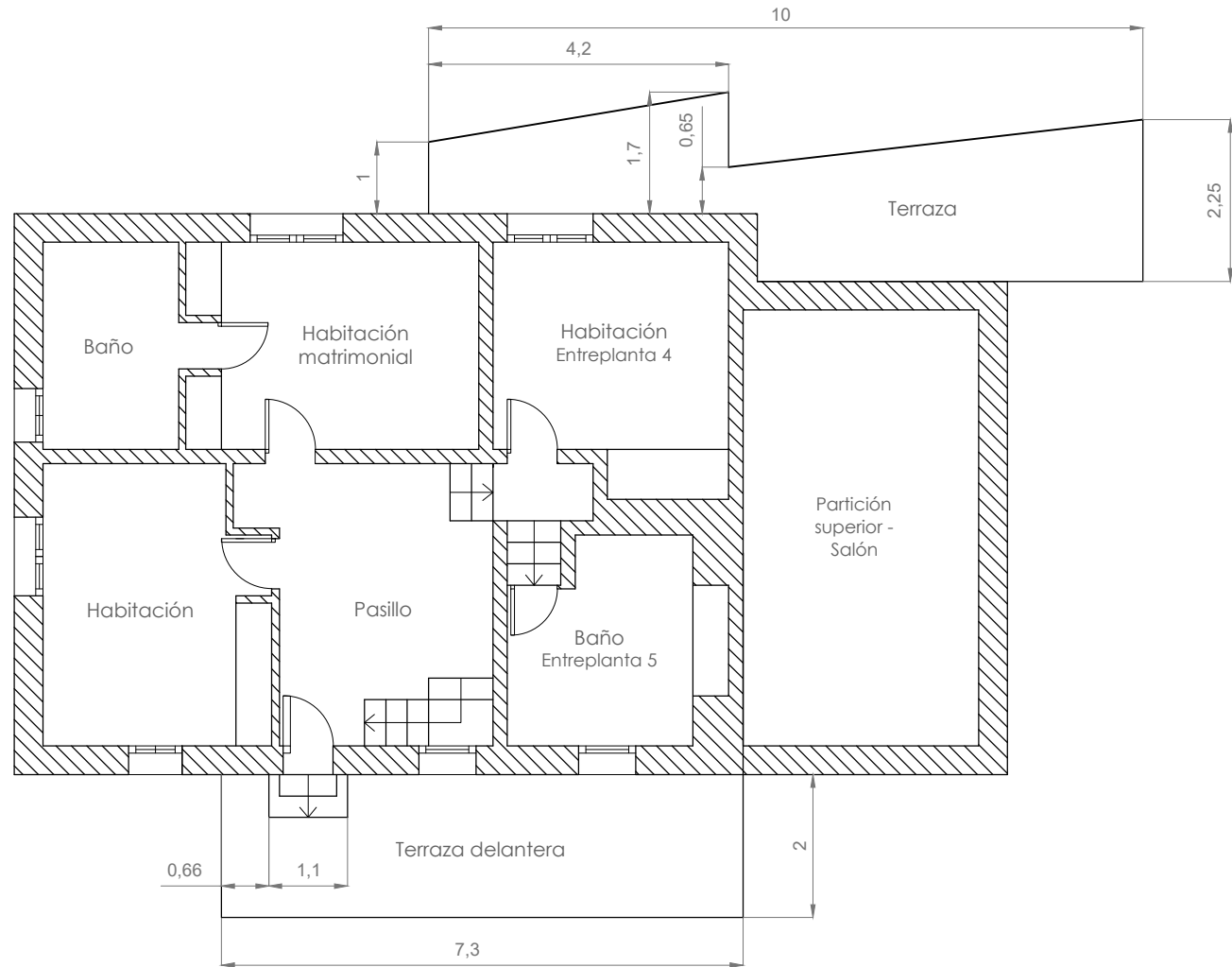
|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO N° | 5 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |



### PLANTA PRIMERA: POSICIÓN HUECOS

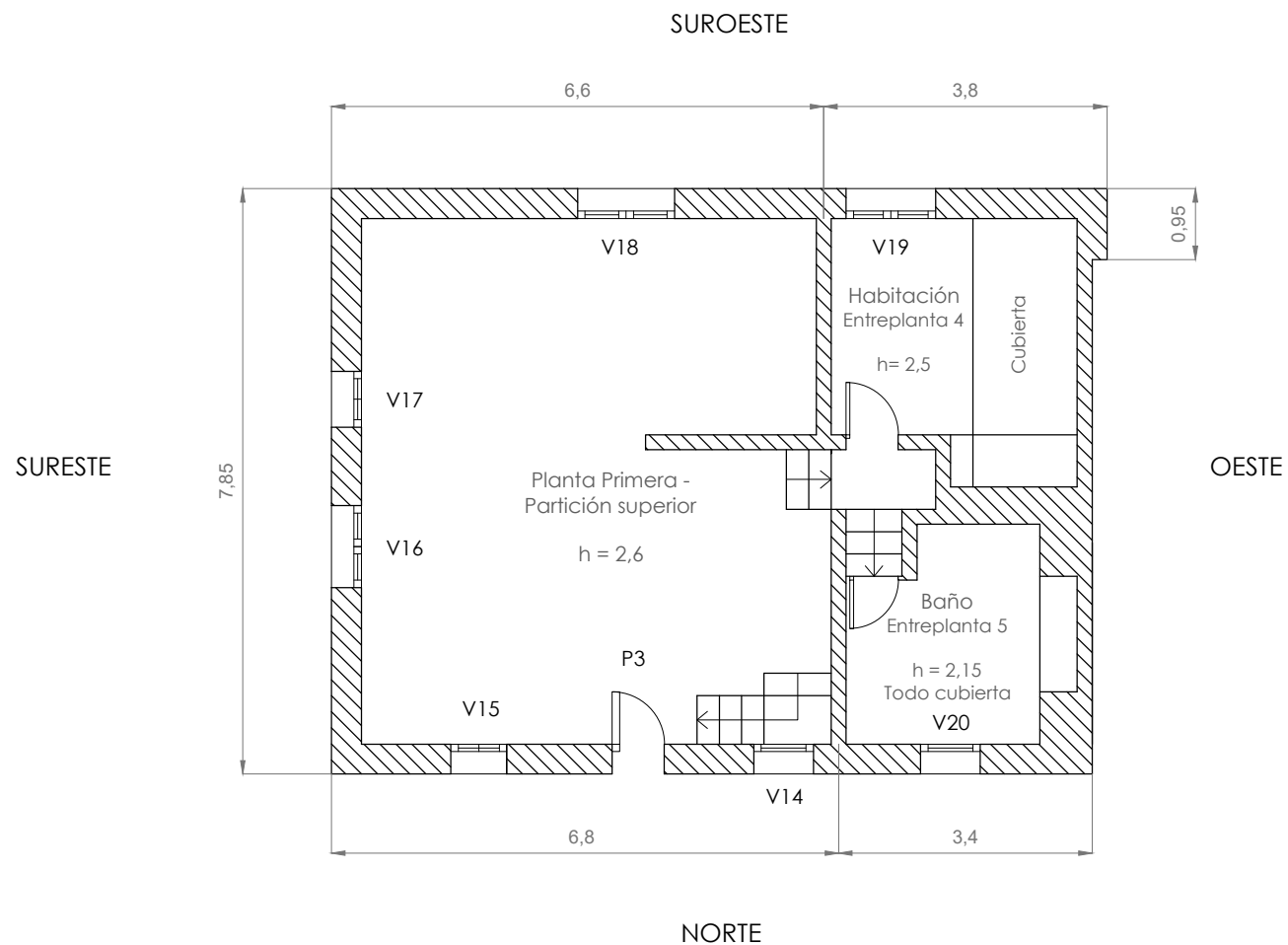
|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO Nº | 6 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |





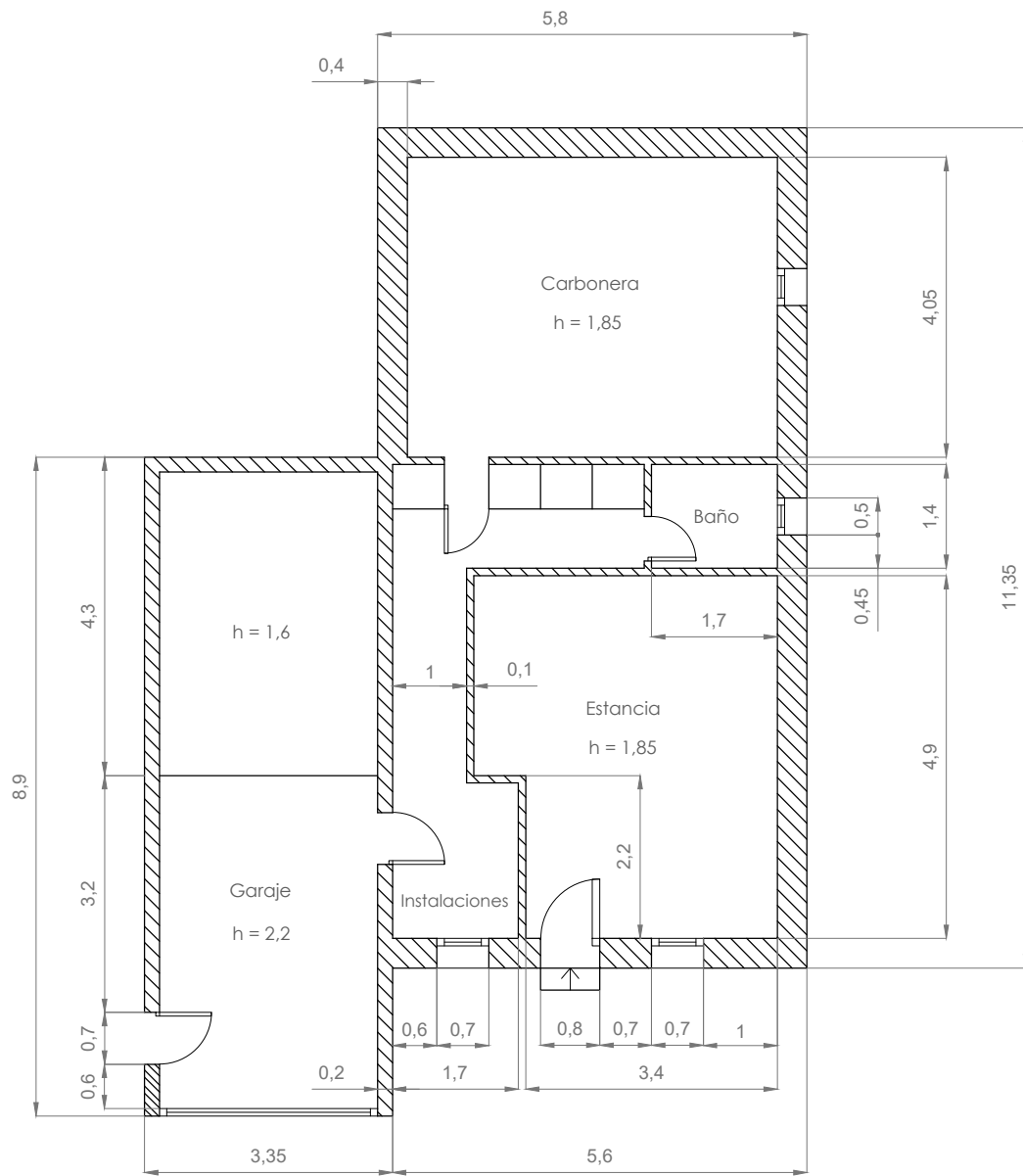
### PLANTA PRIMERA: TERRAZAS

|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO Nº | 7 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |



### PLANTA PRIMERA: CERTIFICADO

|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO Nº | 8 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 30/07/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |



## GARAJE Y SEMISÓTANO

|             |                           |          |   |            |                                                                   |       |            |
|-------------|---------------------------|----------|---|------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------|
| ESCALA      | 1:100                     | PLANO Nº | 9 | FORMATO    | A4                                                                | FECHA | 01/08/2025 |
| UNIVERSIDAD | Universidad de Valladolid |          |   | TITULACIÓN | Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |       |            |
| ALUMNO      | Claudia Santos Beyebach   |          |   | ASIGNATURA | Trabajo Fin de Grado                                              |       |            |





## ANEXO II: CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

## **ANEXO II: CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

En este anexo se mostrarán el certificado energético base y el informe de mejoras, además del certificado energético de la vivienda mejorada. De este último no se mostrará el informe de medidas de mejora pues la vivienda ya está mejorada al máximo, por lo que no tiene sentido proponer más reformas.

## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

|                                                   |                         |                    |                        |
|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| Nombre del edificio                               | EL JACAL                |                    |                        |
| Dirección                                         | CARRETERA DE SOMIO 1043 |                    |                        |
| Municipio                                         | Gijón                   | Código Postal      | 33203                  |
| Provincia                                         | Asturias                | Comunidad Autónoma | Principado de Asturias |
| Zona climática                                    | C1                      | Año construcción   | 1959                   |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | Anterior a la NBE-CT-79 |                    |                        |
| Referencia/s catastral/es                         | 7546032TP8274N0001GY    |                    |                        |

### 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"> <li><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> | <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> |

### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

|                                                                          |                                                         |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre y Apellidos                                                       | Claudia Santos Beyebach                                 | NIF(NIE)           | n/a             |
| Razón social                                                             | Estudiante                                              | NIF                | n/a             |
| Domicilio                                                                | n/a                                                     |                    |                 |
| Municipio                                                                | Valladolid                                              | Código Postal      | n/a             |
| Provincia                                                                | Valladolid                                              | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| e-mail:                                                                  | n/a                                                     | Teléfono           | n/a             |
| Titulación habilitante según normativa vigente                           | Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |                    |                 |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.3                                                 |                    |                 |

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año] | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> / m² año] |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                                 |
| <b>353.2 G</b>                                           | <b>74.8 G</b>                                                   |

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: 19/08/2025

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

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Superficie habitable [m²]</b>                                                  | 212.9                                                                              |
| <b>Imagen del edificio</b>                                                        | <b>Plano de situación</b>                                                          |
|  |  |

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Modo de obtención |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.9             | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28            | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36            | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.0            | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43            | 2.38                   | Por defecto       |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.0            | 1.36                   | Por defecto       |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15            | 2.63                   | Por defecto       |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.0            | 2.17                   | Por defecto       |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.0            | 2.17                   | Por defecto       |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 15.54           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67           | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22            | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38            | 2.38                   | Por defecto       |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43            | 2.38                   | Por defecto       |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.0            | 1.36                   | Por defecto       |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04            | 2.63                   | Por defecto       |



| Nombre                     | Tipo               | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Modo de obtención |
|----------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Cubierta con aire - E5     | Cubierta           | 7.8             | 2.63                   | Por defecto       |
| Partición superior - Salón | Partición Interior | 25.0            | 1.36                   | Por defecto       |
| Partición inferior         | Partición Interior | 67.0            | 2.00                   | Por defecto       |
| Partición superior         | Partición Interior | 37.0            | 1.36                   | Por defecto       |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre                  | Tipo  | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|-------------------------|-------|-----------------|------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.8             | 2.20                   | 0.07         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.4             | 2.97                   | 0.55         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86            | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.1             | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.9             | 3.08                   | 0.10         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.7             | 3.08                   | 0.32         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43            | 3.08                   | 0.28         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47            | 3.08                   | 0.34         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26            | 3.08                   | 0.17         | Estimado                         | Estimado                        |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.6             | 2.20                   | 0.04         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14            | 5.70                   | 0.38         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08            | 3.08                   | 0.35         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56            | 3.08                   | 0.35         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08            | 3.08                   | 0.35         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.6             | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88            | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86            | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94            | 3.08                   | 0.28         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86            | 3.08                   | 0.28         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49            | 3.08                   | 0.28         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28            | 2.97                   | 0.35         | Estimado                         | Estimado                        |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88            | 3.08                   | 0.61         | Estimado                         | Estimado                        |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 0.4             | 2.20                   | 0.03         | Estimado                         | Estimado                        |

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0                  | 61.8                       | Gas Natural     | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>              | Calefacción      |                       |                            |                 |                   |

**Generadores de refrigeración**

| Nombre         | Tipo          | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|----------------|---------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
|                |               |                       |                            |                 |                   |
| <b>TOTALES</b> | Refrigeración |                       |                            |                 |                   |

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| <b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b> | 140.0 |
|-------------------------------------------------|-------|

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0                  | 61.8                       | Gas Natural     | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>              | ACS              |                       |                            |                 |                   |

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

|                |    |     |             |
|----------------|----|-----|-------------|
| Zona climática | C1 | Uso | Residencial |
|----------------|----|-----|-------------|

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                          | INDICADORES PARCIALES                   |   |                                           |   |                                         |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---|-------------------------------------------|---|-----------------------------------------|---|
|  <div>&lt; 8.1 A</div> <div>8.1-13.1 B</div> <div>13.1-20.3 C</div> <div>20.3-31.1 D</div> <div>31.1-58.3 E</div> <div>58.3-73.4 F</div> <div>≥ 73.4 G</div> |  74.8 G | CALEFACCIÓN                             |   | ACS                                       |   |                                         |   |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          | Emisiones calefacción<br>[kgCO2/m² año] | G | Emisiones ACS<br>[kgCO2/m² año]           | D |                                         |   |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          | 69.46                                   |   | 5.31                                      |   |                                         |   |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          | REFRIGERACIÓN                           |   | ILUMINACIÓN                               |   |                                         |   |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          | Emisiones globales [kgCO2/m² año]       |   | Emisiones refrigeración<br>[kgCO2/m² año] | - | Emisiones iluminación<br>[kgCO2/m² año] | - |
|                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |                                         |   | 0.01                                      |   | -                                       |   |

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

|                                                  | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año | kgCO <sub>2</sub> /año |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico  | 0.01                                  | 2.74                   |
| Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles | 74.77                                 | 15918.75               |

### 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                       |   |                                           |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------|---|-------------------------------------------|---|
| <div><div>&lt; 35.8A</div><div>35.8-58.1B</div><div>58.1-90.0C</div><div>90.0-138.4D</div><div>138.4-254.1E</div><div>254.1-305.0F</div><div>≥ 305.0G</div></div> | <div>353.2G</div> | CALEFACCIÓN                                 |   | ACS                                       |   |
|                                                                                                                                                                   |                   | Energía primaria calefacción [kWh/m² año]   | G | Energía primaria ACS [kWh/m² año]         | E |
|                                                                                                                                                                   |                   | 328.00                                      |   | 25.09                                     |   |
|                                                                                                                                                                   |                   | REFRIGERACIÓN                               |   | ILUMINACIÓN                               |   |
|                                                                                                                                                                   |                   | Energía primaria refrigeración [kWh/m² año] | - | Energía primaria iluminación [kWh/m² año] | - |
|                                                                                                                                                                   |                   | 0.08                                        |   | -                                         |   |
| Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]                                                                                                      |                   |                                             |   |                                           |   |

### 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              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|
| <div><div>&lt; 19.7 A</div><div>19.7-32.0 B</div><div>32.0-48.5 C</div><div>48.5-76.2 D</div><div>76.2-125.7 E</div><div>125.7-147.0 F</div><div>≥ 147.0 G</div></div> | <div>170.3 G</div> | No calificable                        |  |
| Demanda de calefacción [kWh/m² año]                                                                                                                                    |                    | Demanda de refrigeración [kWh/m² 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

Aislamiento térmico: corcho

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año] |         | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> / m² año] |        |
|----------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| < 35.8 A                                                 |         | < 8.1 A                                                         |        |
| 35.8-58.1 B                                              |         | 8.1-13.1 B                                                      |        |
| 58.1-90.0 C                                              |         | 13.1-20.3 C                                                     |        |
| 90.0-138.4 D                                             | 116.6 D | 20.3-31.1 D                                                     | 24.7 D |
| 138.4-254.1 E                                            |         | 31.1-58.3 E                                                     |        |
| 254.1-305.0 F                                            |         | 58.3-73.4 F                                                     |        |
| ≥ 305.0 G                                                |         | ≥ 73.4 G                                                        |        |

#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/m² año] | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m² año] |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| < 19.7 A                               | No calificable                           |
| 19.7-32.0 B                            |                                          |
| 32.0-49.5 C                            |                                          |
| 49.5-76.2 D                            |                                          |
| 76.2-125.7 E                           |                                          |
| 125.7-147.0 F                          |                                          |
| ≥ 147.0 G                              |                                          |
| 47.5 C                                 |                                          |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                                   | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS     |                                         | Iluminación |                                         | Total    |                                         |
|-------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|---------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|----------|-----------------------------------------|
|                                                             | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor   | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor    | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final<br>[kWh/m² año]                       | 76.91       | 72.1%                                   | 0.00          | 100.0%                                  | 21.08   | 0.0%                                    | -           | -%                                      | 97.99    | 67.0%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable<br>[kWh/m² año]       | 91.52 D     | 72.1%                                   | 0.00 -        | 100.0%                                  | 25.09 E | 0.0%                                    | - -         | -%                                      | 116.61 D | 67.0%                                   |
| Emisiones de CO <sub>2</sub><br>[kgCO <sub>2</sub> /m² año] | 19.38 D     | 72.1%                                   | 0.00 -        | 100.0%                                  | 5.31 D  | 0.0%                                    | - -         | -%                                      | 24.69 D  | 67.0%                                   |
| Demanda [kWh/m² año]                                        | 47.53 C     | 72.1%                                   | 0.00 -        | 100.0%                                  |         |                                         |             |                                         |          |                                         |

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

#### DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

##### Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Se elige esta solución sencilla y eficaz para todo el edificio, planteando un nuevo sistema de fachada con aislamiento continuo en todo su perímetro, lo que permite evitar pérdidas de energía y problemas derivados del deterioro del inmueble. Además, los puentes térmicos se reducen de manera notable, debido a que se sellan de forma rigurosa todos los bordes del aislante, y las zonas del contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por los que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos.

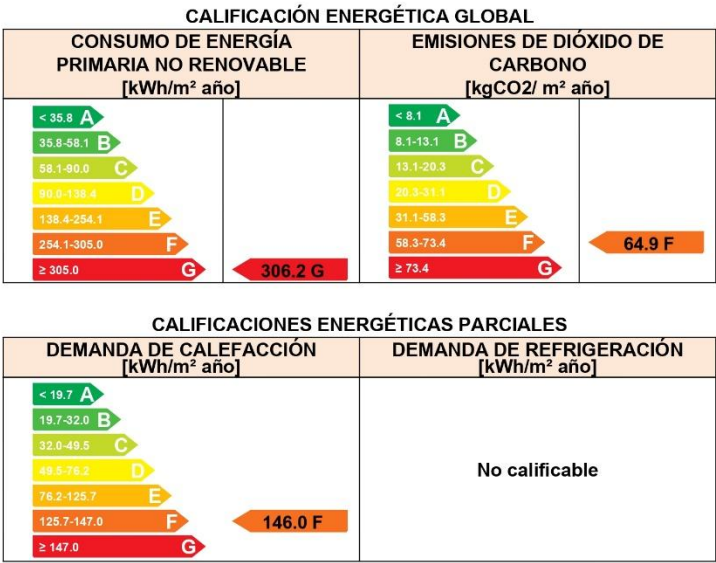
##### Coste estimado de la medida

21961.47 €

##### Otros datos de interés



Cambio de ventanas



ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total  |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor  | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 236.24      | 14.3%                                   | 0.02          | 50.0%                                   | 21.08 | 0.0%                                    | -           | -%                                      | 257.34 | 13.3%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 281.12      | G 14.3%                                 | 0.04          | - 50.0%                                 | 25.09 | E 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 306.25 | G 13.3%                                 |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 59.53       | F 14.3%                                 | 0.01          | - 50.0%                                 | 5.31  | D 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 64.85  | F 13.3%                                 |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 146.00      | F 14.3%                                 | 0.04          | - 50.0%                                 |       |                                         |             |                                         |        |                                         |

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

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )</b><br>Se plantea la sustitución de las ventanas existentes por otras con unas mejores prestaciones, al fin de mejorar la calificación energética de la vivienda, reduciendo la demanda de energía. Se propone instalar unas ventanas de doble vidrio bajo emisivo, con una transmitancia térmica en el marco y en el vidrio de Uf=1,3W/m² k, un factor solar de 0,6 y una permeabilidad del hueco de clase 4, lo que equivale a 3m3/hm2. Este cambio de las ventanas también supone la eliminación de los puentes térmicos en los huecos, ya que se sellarán de forma las zonas de contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por las que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos. |
| <b>Coste estimado de la medida</b><br>10000.0 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Otros datos de interés</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Instalaciones: Aerotermia

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año] |         | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO2/ m² año] |        |
|----------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|--------|
| < 35.8 A                                                 |         | < 8.1 A                                            |        |
| 35.8-58.1 B                                              |         | 8.1-13.1 B                                         |        |
| 58.1-90.0 C                                              |         | 13.1-20.3 C                                        |        |
| 90.0-138.4 D                                             | 126.7 D | 20.3-31.1 D                                        | 21.5 D |
| 138.4-254.1 E                                            |         | 31.1-58.3 E                                        |        |
| 254.1-305.0 F                                            |         | 58.3-73.4 F                                        |        |
| ≥ 305.0 G                                                |         | ≥ 73.4 G                                           |        |

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/m² año] | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m² año] |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| < 19.7 A                               | No calificable                           |
| 19.7-32.0 B                            |                                          |
| 32.0-49.5 C                            |                                          |
| 49.5-76.2 D                            |                                          |
| 76.2-125.7 E                           |                                          |
| 125.7-147.0 F                          |                                          |
| ≥ 147.0 G                              |                                          |
| 170.3 G                                |                                          |

ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total      |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor      | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 59.60       | 78.4%                                   | 0.04          | 0.0%                                    | 5.22  | 75.2%                                   | -           | -%                                      | 64.86      | 78.1%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 116.4<br>6  | E 64.5%                                 | 0.08          | - 0.0%                                  | 10.20 | A 59.3%                                 | -           | -%                                      | 126.7<br>4 | D 64.1%                                 |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 19.73       | D 71.6%                                 | 0.01          | - 0.0%                                  | 1.73  | A 67.5%                                 | -           | -%                                      | 21.47      | D 71.3%                                 |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 170.3<br>4  | G 0.0%                                  | 0.08          | - 0.0%                                  |       |                                         |             |                                         |            |                                         |

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Se recomienda la instalación de un sistema de climatización de alta eficiencia, como la aerotermia, con la que se puede alcanzar un ahorro del 70% en las facturas de luz. Con este sistema, la electricidad se produce a partir del aire exterior, lo que constituye un proceso renovable sin emisiones directas de gases de efecto invernadero, reduciendo así la huella de carbono de la vivienda.

Coste estimado de la medida

9000.0 €

Otros datos de interés

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

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

|                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b> | 26/07/2025 |
|-------------------------------------------------------------------|------------|

**COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se realiza una visita al inmueble con el fin de determinar las dimensiones, orientaciones y características constructivas del edificio y de sus instalaciones. Se realizan numerosos planos de cada planta y se busca la información de la vivienda en la sede del catastro.

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

## Informe descriptivo de la medida de mejora

| DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|-------------------------------------|
| Aislamiento térmico: corcho         |

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )</b><br>Se elige esta solución sencilla y eficaz para todo el edificio, planteando un nuevo sistema de fachada con aislamiento continuo en todo su perímetro, lo que permite evitar pérdidas de energía y problemas derivados del deterioro del inmueble. Además, los puentes térmicos se reducen de manera notable, debido a que se sellan de forma rigurosa todos los bordes del aislante, y las zonas del contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por los que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos. |
| <b>Coste estimado de la medida</b><br>21961.47 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Otros datos de interés</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL                                                      |  |                                                                                      |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año]                            |  | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO2/ m² año]                                   |  |
|  |  |  |  |
| 116.61 D                                                                            |  | 24.69 D                                                                              |  |

| CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES                                                |  |                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------|--|
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/ m² año]                                             |  | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m² año] |  |
|  |  | No calificable                           |  |
| 47.53 C                                                                             |  |                                          |  |



|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total  |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor  | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 76.91       | 72.1%                                   | 0.00          | 100.0%                                  | 21.08 | 0.0%                                    | -           | -%                                      | 97.99  | 67.0%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 91.52       | D 72.1%                                 | 0.00          | - 100.0%                                | 25.09 | E 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 116.61 | D 67.0%                                 |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 19.38       | D 72.1%                                 | 0.00          | - 100.0%                                | 5.31  | D 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 24.69  | D 67.0%                                 |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 47.53       | C 72.1%                                 | 0.00          | - 100.0%                                |       |                                         |             |                                         |        |                                         |

#### ENVOLVENTE TÉRMICA

##### Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59                  | 2.38                          | 19.59                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73                  | 2.38                          | 18.73                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28                  | 2.38                          | 18.28                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.90                   | 2.38                          | 5.90                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28                   | 2.38                          | 2.28                        | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36                   | 2.38                          | 7.36                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53                  | 2.38                          | 13.53                       | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.00                  | 2.38                          | 14.00                       | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43                   | 2.38                          | 3.43                        | 0.34                               |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.00                  | 1.36                          | 20.00                       | 0.48                               |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15                   | 2.63                          | 9.15                        | 0.35                               |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.00                  | 2.17                          | 19.00                       | 0.48                               |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.00                  | 2.17                          | 32.00                       | 0.48                               |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 15.54                  | 2.38                          | 15.54                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61                  | 2.38                          | 18.61                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67                  | 2.38                          | 15.67                       | 0.34                               |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22                   | 2.38                          | 7.22                        | 0.34                               |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38                   | 2.38                          | 2.38                        | 0.34                               |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43                   | 2.38                          | 6.43                        | 0.34                               |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.00                  | 1.36                          | 14.00                       | 0.48                               |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04                   | 2.63                          | 5.04                        | 0.35                               |
| Cubierta con aire - E5               | Cubierta           | 7.80                   | 2.63                          | 7.80                        | 0.35                               |
| Partición superior - Salón           | Partición Interior | 25.00                  | 1.36                          | 25.00                       | 0.48                               |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

|                    |                    |       |      |       |      |
|--------------------|--------------------|-------|------|-------|------|
| Partición inferior | Partición Interior | 67.00 | 2.00 | 67.00 | 0.48 |
| Partición superior | Partición Interior | 37.00 | 1.36 | 37.00 | 0.48 |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre                  | Tipo  | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual del hueco[W/m² K] | Transmitancia actual del vidrio[W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] | Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K] |
|-------------------------|-------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.80                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 2.80                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.40                   | 2.97                                   | 3.30                                    | 0.40                        | 2.97                               | 3.30                                          |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.10                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.10                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.90                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.90                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.70                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 2.70                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.43                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 2.47                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.26                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.60                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 1.60                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14                   | 5.70                                   | 5.70                                    | 6.14                        | 5.70                               | 5.70                                          |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.08                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.56                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.08                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.60                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.60                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.88                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.94                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.49                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28                   | 2.97                                   | 3.30                                    | 2.28                        | 2.97                               | 3.30                                          |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.88                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 0.40                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 0.40                        | 2.20                               | 0.00                                          |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                             |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | Caldera Estándar | 24.0                         | 61.8%                                | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>              |                  |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |

### Generadores de refrigeración

| Nombre         | Tipo | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------|------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                |      | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
|                |      |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |
| <b>TOTALES</b> |      | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                             |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | Caldera Estándar | 24.0                         | 61.8%                                | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>              |                  | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

## Informe descriptivo de la medida de mejora

| DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|-------------------------------------|
| Cambio de ventanas                  |

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )</b><br>Se plantea la sustitución de las ventanas existentes por otras con unas mejores prestaciones, al fin de mejorar la calificación energética de la vivienda, reduciendo la demanda de energía. Se propone instalar unas ventanas de doble vidrio bajo emisivo, con una transmitancia térmica en el marco y en el vidrio de $U_f=1,3W/m^2 K$ , un factor solar de 0,6 y una permeabilidad del hueco de clase 4, lo que equivale a $3m^3/hm^2$ . Este cambio de las ventanas también supone la eliminación de los puentes térmicos en los huecos, ya que se sellarán de forma las zonas de contacto con otros materiales, con el objetivo de proteger los puntos por las que se escapa el calor y conseguir un mayor aprovechamiento de los recursos. |
| <b>Coste estimado de la medida</b><br>10000.0 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Otros datos de interés</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL                                                      |          |                                                                                     |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año]                            |          | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO2/ m² año]                                  |                                                                                       |
|  |          |  |  |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     |          |                                                                                     |                                                                                       |
|                                                                                     | 306.25 G |                                                                                     |                                                                                       |

| CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES                                                |         |                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------|--|
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/ m² año]                                             |         | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m² año] |  |
|  |         | No calificable                           |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     |         |                                          |  |
|                                                                                     | 146.0 F |                                          |  |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total  |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor  | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 236.24      | 14.3%                                   | 0.02          | 50.0%                                   | 21.08 | 0.0%                                    | -           | -%                                      | 257.34 | 13.3%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 281.12      | G 14.3%                                 | 0.04          | - 50.0%                                 | 25.09 | E 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 306.25 | G 13.3%                                 |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 59.53       | F 14.3%                                 | 0.01          | - 50.0%                                 | 5.31  | D 0.0%                                  | -           | - -%                                    | 64.85  | F 13.3%                                 |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 146.00      | F 14.3%                                 | 0.04          | - 50.0%                                 |       |                                         |             |                                         |        |                                         |

#### ENVOLVENTE TÉRMICA

##### Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59                  | 2.38                          | 19.59                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73                  | 2.38                          | 18.73                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28                  | 2.38                          | 18.28                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.90                   | 2.38                          | 5.90                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28                   | 2.38                          | 2.28                        | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36                   | 2.38                          | 7.36                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53                  | 2.38                          | 13.53                       | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.00                  | 2.38                          | 14.00                       | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43                   | 2.38                          | 3.43                        | 2.38                               |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.00                  | 1.36                          | 20.00                       | 1.36                               |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15                   | 2.63                          | 9.15                        | 2.63                               |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.00                  | 2.17                          | 19.00                       | 2.17                               |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.00                  | 2.17                          | 32.00                       | 2.17                               |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 15.54                  | 2.38                          | 15.54                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61                  | 2.38                          | 18.61                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67                  | 2.38                          | 15.67                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22                   | 2.38                          | 7.22                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38                   | 2.38                          | 2.38                        | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43                   | 2.38                          | 6.43                        | 2.38                               |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.00                  | 1.36                          | 14.00                       | 1.36                               |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04                   | 2.63                          | 5.04                        | 2.63                               |
| Cubierta con aire - E5               | Cubierta           | 7.80                   | 2.63                          | 7.80                        | 2.63                               |
| Partición superior - Salón           | Partición Interior | 25.00                  | 1.36                          | 25.00                       | 1.36                               |



|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

|                    |                    |       |      |       |      |
|--------------------|--------------------|-------|------|-------|------|
| Partición inferior | Partición Interior | 67.00 | 2.00 | 67.00 | 2.00 |
| Partición superior | Partición Interior | 37.00 | 1.36 | 37.00 | 1.36 |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre                  | Tipo  | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual del hueco[W/m² K] | Transmitancia actual del vidrio[W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] | Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K] |
|-------------------------|-------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.80                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 2.80                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.40                   | 2.97                                   | 3.30                                    | 0.40                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.10                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.10                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.90                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.90                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.70                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 2.70                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.43                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 2.47                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.26                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.60                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 1.60                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14                   | 5.70                                   | 5.70                                    | 6.14                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.08                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.56                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.08                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.60                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.60                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.88                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.94                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.86                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 1.49                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28                   | 2.97                                   | 3.30                                    | 2.28                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88                   | 3.08                                   | 3.30                                    | 0.88                        | 1.30                               | 1.30                                          |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 0.40                   | 2.20                                   | 0.00                                    | 0.40                        | 2.20                               | 0.00                                          |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                             |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | Caldera Estándar | 24.0                         | 61.8%                                | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>              |                  |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |

### Generadores de refrigeración

| Nombre         | Tipo | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------|------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                |      | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
|                |      |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |
| <b>TOTALES</b> |      | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| Nombre                      | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                             |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferroli | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | Caldera Estándar | 24.0                         | 61.8%                                | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>              |                  | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

Informe descriptivo de la medida de mejora

| DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|-------------------------------------|
| Instalaciones: Aerotermia           |

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )</b><br>Se recomienda la instalación de un sistema de climatización de alta eficiencia, como la aerotermia, con la que se puede alcanzar un ahorro del 70% en las facturas de luz. Con este sistema, la electricidad se produce a partir del aire exterior, lo que constituye un proceso renovable sin emisiones directas de gases de efecto invernadero, reduciendo así la huella de carbono de la vivienda. |
| <b>Coste estimado de la medida</b><br>9000.0 €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Otros datos de interés</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL                                                      |          |                                                                                      |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año]                            |          | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO2/ m² año]                                   |         |
|  | 126.74 D |  | 21.47 D |

| CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES                                                |          |                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------|--|
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN<br>[kWh/ m² año]                                             |          | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN<br>[kWh/m² año] |  |
|  | 170.34 G | No calificable                           |  |



|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

#### ANÁLISIS TÉCNICO

| Indicador                                          | Calefacción |                                         | Refrigeración |                                         | ACS   |                                         | Iluminación |                                         | Total  |                                         |
|----------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
|                                                    | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor         | ahorro respecto a la situación original | Valor | ahorro respecto a la situación original | Valor       | ahorro respecto a la situación original | Valor  | ahorro respecto a la situación original |
| Consumo Energía final [kWh/m² año]                 | 59.60       | 78.4%                                   | 0.04          | 0.0%                                    | 5.22  | 75.2%                                   | -           | -%                                      | 64.86  | 78.1%                                   |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 116.46      | E 64.5%                                 | 0.08          | - 0.0%                                  | 10.20 | A 59.3%                                 | -           | - -%                                    | 126.74 | D 64.1%                                 |
| Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]                    | 19.73       | D 71.6%                                 | 0.01          | - 0.0%                                  | 1.73  | A 67.5%                                 | -           | - -%                                    | 21.47  | D 71.3%                                 |
| Demanda [kWh/m² año]                               | 170.34      | G 0.0%                                  | 0.08          | - 0.0%                                  |       |                                         |             |                                         |        |                                         |

#### ENVOLVENTE TÉRMICA

##### Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59                  | 2.38                          | 19.59                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73                  | 2.38                          | 18.73                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28                  | 2.38                          | 18.28                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.90                   | 2.38                          | 5.90                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28                   | 2.38                          | 2.28                        | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36                   | 2.38                          | 7.36                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53                  | 2.38                          | 13.53                       | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.00                  | 2.38                          | 14.00                       | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43                   | 2.38                          | 3.43                        | 2.38                               |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.00                  | 1.36                          | 20.00                       | 1.36                               |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15                   | 2.63                          | 9.15                        | 2.63                               |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.00                  | 2.17                          | 19.00                       | 2.17                               |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.00                  | 2.17                          | 32.00                       | 2.17                               |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 15.54                  | 2.38                          | 15.54                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61                  | 2.38                          | 18.61                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67                  | 2.38                          | 15.67                       | 2.38                               |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22                   | 2.38                          | 7.22                        | 2.38                               |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38                   | 2.38                          | 2.38                        | 2.38                               |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43                   | 2.38                          | 6.43                        | 2.38                               |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.00                  | 1.36                          | 14.00                       | 1.36                               |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04                   | 2.63                          | 5.04                        | 2.63                               |
| Cubierta con aire - E5               | Cubierta           | 7.80                   | 2.63                          | 7.80                        | 2.63                               |
| Partición superior - Salón           | Partición Interior | 25.00                  | 1.36                          | 25.00                       | 1.36                               |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

|                    |                    |       |      |       |      |
|--------------------|--------------------|-------|------|-------|------|
| Partición inferior | Partición Interior | 67.00 | 2.00 | 67.00 | 2.00 |
| Partición superior | Partición Interior | 37.00 | 1.36 | 37.00 | 1.36 |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre                  | Tipo  | Superficie actual [m²] | Transmitancia actual del hueco [W/m² K] | Transmitancia actual del vidrio [W/m² K] | Superficie post mejora [m²] | Transmitancia post mejora [W/m² K] | Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K] |
|-------------------------|-------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.80                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 2.80                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.40                   | 2.97                                    | 3.30                                     | 0.40                        | 2.97                               | 3.30                                          |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.10                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.10                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.90                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.90                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.70                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 2.70                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.43                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 2.47                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.26                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.60                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 1.60                        | 2.20                               | 0.00                                          |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14                   | 5.70                                    | 5.70                                     | 6.14                        | 5.70                               | 5.70                                          |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.08                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.56                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.08                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.60                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.60                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.88                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.94                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.86                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 1.49                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28                   | 2.97                                    | 3.30                                     | 2.28                        | 2.97                               | 3.30                                          |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88                   | 3.08                                    | 3.30                                     | 0.88                        | 3.08                               | 3.30                                          |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 0.40                   | 2.20                                    | 0.00                                     | 0.40                        | 2.20                               | 0.00                                          |

|                                                                                   |                       |  |                    |                      |                          |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------|------------|
|  | <b>IDENTIFICACIÓN</b> |  | Ref. Catastral     | 7546032TP8274N0001GY | Versión informe asociado | 19/08/2025 |
|                                                                                   | Id. Mejora            |  | Programa y versión | CEXv2.3              | Fecha                    | 10/09/2025 |

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

| Nombre                         | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferrol     | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | -                | -                            | -                                    | -                                              | -                      |
| Calefacción y ACS - Aerotermia | -                | -                | -                      | -                                  | Bomba de Calor   | -                            | 285.8%                               | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>                 |                  |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |

### Generadores de refrigeración

| Nombre         | Tipo | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|----------------|------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                |      | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
|                |      |                  |                        |                                    |                  |                              |                                      |                                                |                        |
| <b>TOTALES</b> |      | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| Nombre                         | Tipo             | Potencia nominal | Rendimiento Estacional | Estimación Energía Consumida anual | Tipo post mejora | Potencia nominal post mejora | Rendimiento o estacional post mejora | Estimación Energía Consumida anual Post mejora | Energía anual ahorrada |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|
|                                |                  | [kW]             | [%]                    | [kWh/m²año]                        |                  | [kW]                         | [%]                                  | [kWh/m²año]                                    | [kWh/m²año]            |
| Calefacción y ACS - Ferrol     | Caldera Estándar | 24.0             | 61.8%                  | -                                  | -                | -                            | -                                    | -                                              | -                      |
| Calefacción y ACS - Aerotermia | -                | -                | -                      | -                                  | Bomba de Calor   | -                            | 457.1%                               | -                                              | -                      |
| <b>TOTALES</b>                 |                  | -                |                        | -                                  |                  | -                            |                                      | -                                              | -                      |

A continuación, se muestra el certificado de eficiencia energética de la vivienda con todas las reformas mencionadas (Certificado mejorado):

## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

|                                                   |                         |                    |                        |
|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|
| Nombre del edificio                               | EL JACAL (mejorado)     |                    |                        |
| Dirección                                         | CARRETERA DE SOMIO 1043 |                    |                        |
| Municipio                                         | Gijón                   | Código Postal      | 33203                  |
| Provincia                                         | Asturias                | Comunidad Autónoma | Principado de Asturias |
| Zona climática                                    | C1                      | Año construcción   | 1959                   |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | Anterior a la NBE-CT-79 |                    |                        |
| Referencia/s catastral/es                         | 7546032TP8274N0001GY    |                    |                        |

### 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"> <li><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> | <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> |

### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

|                                                                          |                                                         |                    |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre y Apellidos                                                       | Claudia Santos Beyebach                                 | NIF(NIE)           | n/a             |
| Razón social                                                             | Estudiante                                              | NIF                | n/a             |
| Domicilio                                                                | n/a                                                     |                    |                 |
| Municipio                                                                | Valladolid                                              | Código Postal      | n/a             |
| Provincia                                                                | Valladolid                                              | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| e-mail:                                                                  | n/a                                                     | Teléfono           | n/a             |
| Titulación habilitante según normativa vigente                           | Ingeniera en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto |                    |                 |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.3                                                 |                    |                 |

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE<br>[kWh/m² año] | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> / m² año] |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                                 |

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: 25/08/2025

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

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Superficie habitable [m²]</b>                                                  | 212.9                                                                              |
| <b>Imagen del edificio</b>                                                        | <b>Plano de situación</b>                                                          |
|  |  |

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Modo de obtención |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Muro de fachada NORTE - PB           | Fachada            | 19.59           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SE - PB              | Fachada            | 18.73           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SO - PB              | Fachada            | 18.28           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SO - E1              | Fachada            | 5.9             | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada OESTE - E1           | Fachada            | 2.28            | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SO - E2              | Fachada            | 7.36            | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada OESTE - E2           | Fachada            | 13.53           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada NORTE - E2           | Fachada            | 14.0            | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada NORTE - E3           | Fachada            | 3.43            | 0.34                   | Estimadas         |
| Partición superior - Cocina          | Partición Interior | 20.0            | 0.48                   | Conocidas         |
| Cubierta con aire - E2               | Cubierta           | 9.15            | 0.34                   | Estimadas         |
| Partición inferior - Garaje - E1, E3 | Partición Interior | 19.0            | 0.48                   | Conocidas         |
| Partición inferior - Almacén         | Partición Interior | 32.0            | 0.48                   | Conocidas         |
| Muro de fachada NORTE - P1           | Fachada            | 14.34           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SE - P1              | Fachada            | 18.61           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SO - P1              | Fachada            | 15.67           | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada SO - E4              | Fachada            | 7.22            | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada OESTE - E4           | Fachada            | 2.38            | 0.34                   | Estimadas         |
| Muro de fachada NORTE - E5           | Fachada            | 6.43            | 0.34                   | Estimadas         |
| Partición superior - Buhardilla      | Partición Interior | 14.0            | 0.48                   | Conocidas         |
| Cubierta con aire - E4               | Cubierta           | 5.04            | 0.34                   | Estimadas         |

| Nombre                     | Tipo               | Superficie<br>[m²] | Transmitancia<br>[W/m²·K] | Modo de obtención |
|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------------------|
| Cubierta con aire - E5     | Cubierta           | 7.8                | 0.34                      | Estimadas         |
| Partición superior - Salón | Partición Interior | 25.0               | 0.48                      | Conocidas         |
| Partición inferior         | Partición Interior | 67.0               | 0.48                      | Conocidas         |
| Partición superior         | Partición Interior | 37.0               | 0.48                      | Conocidas         |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre                  | Tipo  | Superficie<br>[m²] | Transmitancia<br>[W/m²·K] | Factor solar | Modo de obtención.<br>Transmitancia | Modo de obtención.<br>Factor solar |
|-------------------------|-------|--------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Puerta entrada          | Hueco | 2.8                | 1.30                      | 0.04         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 1 - Baño        | Hueco | 0.4                | 1.30                      | 0.43         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 2 - Habitación  | Hueco | 0.86               | 1.30                      | 0.43         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 3 - Cocina      | Hueco | 1.1                | 1.30                      | 0.43         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 4 - Cocina      | Hueco | 0.9                | 1.30                      | 0.07         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 5 - Cocina      | Hueco | 2.7                | 1.30                      | 0.23         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 6 - Comedor     | Hueco | 1.43               | 1.30                      | 0.20         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 7 - Comedor     | Hueco | 2.47               | 1.30                      | 0.24         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 8 - Sala        | Hueco | 1.26               | 1.30                      | 0.20         | Conocido                            | Conocido                           |
| Puerta terraza PB       | Hueco | 1.6                | 1.30                      | 0.03         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 9 - Salón       | Hueco | 6.14               | 1.30                      | 0.24         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 10 - Salón      | Hueco | 1.08               | 1.30                      | 0.26         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 11 - Salón      | Hueco | 1.56               | 1.30                      | 0.26         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 12 - Salón      | Hueco | 1.08               | 1.30                      | 0.26         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 13 - Sala       | Hueco | 1.6                | 1.30                      | 0.43         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 14 - Pasillo    | Hueco | 0.88               | 1.19                      | 0.36         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 15 - Habitación | Hueco | 0.86               | 1.19                      | 0.36         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 16 - Habitación | Hueco | 0.94               | 1.30                      | 0.20         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 17 - Baño       | Hueco | 0.86               | 1.30                      | 0.20         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 18 - Habitación | Hueco | 1.49               | 1.30                      | 0.20         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 19 - Habitación | Hueco | 2.28               | 1.30                      | 0.28         | Conocido                            | Conocido                           |
| Ventana 20 - Baño       | Hueco | 0.88               | 1.30                      | 0.43         | Conocido                            | Conocido                           |
| Puerta terraza P1       | Hueco | 1.6                | 2.20                      | 0.03         | Estimado                            | Estimado                           |

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

| Nombre                                              | Tipo           | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-----------------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción, refrigeración y ACS - Aeroterma Daikin | Bomba de Calor |                       | 285.8                      | Electricidad    | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>                                      | Calefacción    |                       |                            |                 |                   |

**Generadores de refrigeración**

| Nombre                                               | Tipo           | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción, refrigeración y ACS - Aerotermia Daikin | Bomba de Calor |                       | 275.6                      | Electricidad    | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>                                       | Refrigeración  |                       |                            |                 |                   |

**Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria**

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| <b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b> | 140.0 |
|-------------------------------------------------|-------|

| Nombre                                               | Tipo           | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción, refrigeración y ACS - Aerotermia Daikin | Bomba de Calor |                       | 457.1                      | Electricidad    | Estimado          |
| <b>TOTALES</b>                                       | ACS            |                       |                            |                 |                   |

**6. ENERGÍAS RENOVABLES**

**Térmica**

| Nombre         | Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%] |               |      | Demanda de ACS cubierta [%] |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-----------------------------|
|                | Calefacción                                                             | Refrigeración | ACS  |                             |
| Placas solares | 60.0                                                                    | 10.0          | 30.0 | -                           |
| <b>TOTAL</b>   | 60.0                                                                    | 10.0          | 30.0 | -                           |

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

|                |    |     |             |
|----------------|----|-----|-------------|
| Zona climática | C1 | Uso | Residencial |
|----------------|----|-----|-------------|

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                           | INDICADORES PARCIALES                                            |   |                                                                    |   |                                                                  |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------|---|
|  <div>&lt; 8.1 <b>A</b></div> <div>8.1-13.1 <b>B</b></div> <div>13.1-20.3 <b>C</b></div> <div>20.3-31.1 <b>D</b></div> <div>31.1-58.3 <b>E</b></div> <div>58.3-73.4 <b>F</b></div> <div>≥ 73.4 <b>G</b></div> |  <div>1.8 <b>A</b></div> | CALEFACCIÓN                                                      |   | ACS                                                                |   |                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                           | Emisiones calefacción<br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | A | Emisiones ACS<br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]           | A |                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                           | 1.23                                                             |   | 0.54                                                               |   |                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                           | REFRIGERACIÓN                                                    |   | ILUMINACIÓN                                                        |   |                                                                  |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                           | Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]       |   | Emisiones refrigeración<br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | - | Emisiones iluminación<br>[kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | - |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                           |                                                                  |   | 0.00                                                               | - | -                                                                |   |

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

|                                                  | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año | kgCO <sub>2</sub> /año |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico  | 1.77                                  | 377.03                 |
| Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles | 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                                        |                                             |                                   |                                           |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|---|
| <div><div>&lt; 35.8A</div><div>35.8-58.1B</div><div>58.1-90.0C</div><div>90.0-138.4D</div><div>138.4-254.1E</div><div>254.1-305.0F</div><div>≥ 305.0G</div></div> | <div>10.5A</div> | CALEFACCIÓN                                                  |                                             | ACS                               |                                           |   |
|                                                                                                                                                                   |                  | Energía primaria calefacción [kWh/m² año]                    | A                                           | Energía primaria ACS [kWh/m² año] | A                                         |   |
|                                                                                                                                                                   |                  | 7.25                                                         |                                             | 3.20                              |                                           |   |
|                                                                                                                                                                   |                  | REFRIGERACIÓN                                                |                                             | ILUMINACIÓN                       |                                           |   |
|                                                                                                                                                                   |                  | Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año] | Energía primaria refrigeración [kWh/m² año] | -                                 | Energía primaria iluminación [kWh/m² año] | - |
|                                                                                                                                                                   |                  |                                                              | 0.00                                        |                                   | -                                         |   |

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

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

| DEMANDA DE CALEFACCIÓN                                                                                                                                                 |                   | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|--|
| <div><div>&lt; 19.7 A</div><div>19.7-32.0 B</div><div>32.0-49.5 C</div><div>49.5-76.2 D</div><div>76.2-125.7 E</div><div>125.7-147.0 F</div><div>≥ 147.0 G</div></div> | <div>26.5 B</div> | <div>No calificable</div>             |  |
| Demanda de calefacción [kWh/m² año]                                                                                                                                    |                   | Demanda de refrigeración [kWh/m² 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 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.

|                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b> | 26/07/2025 |
|-------------------------------------------------------------------|------------|

##### **COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR**

Tras la finalización del certificado energético base, se realiza otro certificado con las tres mejoras propuestas: adición de aislamiento por el exterior, sustitución de las ventanas antiguas por unas con vidrio doble bajo emisivo, la instalación de un sistema de aerotermia y de placas solares fotovoltaicas para la generación de electricidad a partir de recursos renovables.