



Universidad de Valladolid

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Grado Ingeniería Mecánica

Indicadores y metodología de la certificación energética en España y Europa

Autor: Pablo Iribarren Robledo

Director: Francisco Javier Rey Martínez

Codirector: Javier María Rey Hernández

Valladolid, Junio 2018

Agradecimientos

Me gustaría agradecer el apoyo a todas las personas que han estado a mi lado durante mi formación universitaria y durante la realización de este proyecto.

En primer lugar, a mis padres, a mi hermana y a mis abuelos, por la confianza que han tenido en mí, y por estar siempre a mi lado apoyándome en todo momento para conseguir mis objetivos.

A mis tíos y a mi primo, por ser mi gran apoyo en Valladolid, ayudándome en el día a día, y por hacerme sentir como en casa.

También, a mis amigos de toda la vida, ya que, pese a estar cada uno en una ciudad distinta en esta etapa, hemos seguido apoyándonos en todo momento, y juntos hemos sido capaces de lograr todos nuestros propósitos.

A mis compañeros de facultad, con los que he compartido mucho tiempo en estos últimos años y se han convertido en verdaderos amigos.

Y por último, a mi tutor Francisco Javier Rey, por confiar en mí para la realización de este proyecto.

Resumen

Con el siguiente estudio se pretende analizar diferentes metodologías de la certificación energética en España y varios países de la Unión Europea.

En primer lugar, se hace una introducción a la certificación energética, y se repasan las distintas Directivas Europeas que se han desarrollado con el paso de los años en lo referente a la eficiencia y certificación energética de los edificios.

A continuación, se comparan las matrices energéticas para la producción de electricidad de los distintos países para los que se realiza el estudio (España, Alemania, Francia, UK, Italia y Portugal). Posteriormente se realiza un análisis de los factores de paso de energía final a energía primaria y de los factores de emisiones de CO₂ para los distintos países, centrándonos en la energía eléctrica como la energía final consumida.

El siguiente paso es analizar el proceso de certificación energética en los distintos países que se han estudiado, en el que se incluye la metodología, el tipo de certificados, las etiquetas y los indicadores energéticos entre otros aspectos a tener en cuenta.

Y por último, se ha realizado una certificación energética de un edificio de Ávila a través del procedimiento simplificado, utilizando el programa CE3X, con el objetivo de poner en práctica los aspectos teóricos desarrollados en el estudio.

Palabras clave: Eficiencia energética, certificación, indicadores energéticos, factores de paso de energía primaria, CE3X.

Summary

This study aims to analyse different methodologies for energy certification in Spain and various European Union countries.

First of all, an introduction to energy certification is given, and a review is made of the different European Directives which have been rolled out over the years with regard to the efficiency of buildings and their energy certification.

Following this, a comparison is made of the energy matrices for the production of electricity in the different countries for which this study is undertaken (Spain, Germany, France, United Kingdom, Italy and Portugal). Then an analysis is performed of the pitch factors of final energy to primary energy and of the CO₂ emission factors for the different countries, focusing on electrical energy as the final energy consumed.

The next step is to analyse the process of energy certification in the different countries studied, including the methodology, the type of certificates, labelling, and energy indicators among other aspects to be taken into account.

And finally, energy certification of a building in Ávila has been made, by means of a simplified procedure, using the CE3X programme, in order to put the theoretical aspects developed in the study into practice.

Keywords: energy efficiency, certification, energy efficiency indicators, primary energy factors, CE3X.

Objetivos

Los principales objetivos por los que se ha realizado este trabajo fin de grado son los siguientes:

1. Mostrar el estado del arte actual de la certificación energética en Europa y España.
2. Comparar la matriz energética en distintos países de la Unión Europea y analizar los factores de paso de energía final a primaria y de primaria a CO₂, destacando fundamentalmente los de consumo eléctrico.
3. Analizar los indicadores de eficiencia energética.
4. Metodología de la certificación energética en España y ejemplo de certificación con el programa CE3X.

Índice

| | |
|--|----|
| Resumen..... | 5 |
| Summary | 7 |
| Objetivos | 9 |
| 1. Introducción | 15 |
| 2. Fundamentos de la Certificación Energética | 17 |
| 2.1 Certificación energética | 17 |
| 2.1.1 Conceptos previos | 17 |
| 2.1.2 ¿Qué es la certificación energética? | 18 |
| 2.1.3 Objetivos de la certificación energética | 20 |
| 2.2 Normativas Certificación Energética en Europa | 21 |
| 2.2.1 Directiva 93/76/CEE (SAVE)..... | 21 |
| 2.2.2 Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo, de 16 de Diciembre de 2002..... | 21 |
| 2.2.3 Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo, de 19 de Mayo de 2010..... | 22 |
| 2.2.4 Directiva 2012/27/UE del parlamento europeo y del consejo, de 25 de Octubre de 2012..... | 23 |
| 2.2.5 Nueva Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios | 24 |
| 3. Matriz energética en los diferentes países de la Unión Europea | 25 |
| 3.1 España..... | 26 |
| 3.2 Alemania..... | 27 |
| 3.3 UK | 28 |
| 3.4 Francia | 29 |
| 3.5 Italia | 31 |
| 3.6 Portugal | 32 |
| 3.7 Europa..... | 34 |
| 4. Análisis factores de paso en los distintos países de Europa | 37 |
| 4.1 Energía final y energía primaria | 37 |
| 4.2 Análisis factores de paso | 38 |
| 4.2.1 Cálculo de los factores de paso de energía primaria y emisiones de CO ₂ | 40 |
| 4.2.2 Métodos utilizados para el cálculo de energía primaria | 41 |
| 4.2.3 Resumen..... | 46 |
| 4.3 España..... | 47 |
| 4.4 Factor de conversión de energía final a energía primaria en el resto de países... 49 | |

| | |
|--|------------|
| 4.5 Factor de emisiones de CO ₂ en el resto de países | 50 |
| 5. Metodologías y herramientas de la certificación energética en los países de la Unión Europea | 51 |
| 5.1 Certificación energética en la Unión Europea..... | 51 |
| 5.2 Fundamentos de los métodos de evaluación energética..... | 52 |
| 5.2.1 Indicadores de eficiencia energética..... | 52 |
| 5.2.2 Metodología | 53 |
| 5.2.3 Escenario de comparación | 54 |
| 5.2.4 Escala de puntuación..... | 55 |
| 5.3 Certificación energética en España | 56 |
| 5.3.1 Normativa Española | 56 |
| 5.3.2 Certificado energético | 61 |
| 5.3.3 Procedimiento de cálculo de la calificación de eficiencia energética | 68 |
| 5.3.4 Herramientas en España | 75 |
| 5.4 Certificación energética en Alemania | 85 |
| 5.4.1 Certificado energético | 87 |
| 5.4.2 Procedimiento de cálculo de la calificación energética en Alemania | 93 |
| 5.4.3 Herramientas en Alemania..... | 96 |
| 5.5 Certificación energética en Francia | 98 |
| 5.5.1 Certificado energético | 99 |
| 5.5.2 Procedimiento de cálculo calificación energética | 104 |
| 5.5.3 Herramientas Francia | 107 |
| 5.6 Certificación energética en Reino Unido | 108 |
| 5.6.1 Certificado energético | 109 |
| 5.6.2 Procedimiento de cálculo calificación energética | 116 |
| 5.6.3 Herramientas UK | 119 |
| 5.7 Certificación energética en Portugal | 120 |
| 5.7.1 Certificado energético | 121 |
| 5.7.2 Procedimiento de cálculo calificación energética | 125 |
| 5.7.3 Herramientas Portugal | 127 |
| 5.8 Certificación energética en Italia | 129 |
| 5.8.1 Certificado energético | 131 |
| 5.8.2 Procedimiento de cálculo calificación energética | 134 |
| 5.8.3 Herramientas Italia..... | 138 |
| 6. Ejemplo de Calificación Energética (CE3X)..... | 141 |

| | |
|--|-----|
| 6.1 Descripción general del edificio | 141 |
| 6.2. Introducción datos en el programa | 144 |
| 6.2.1 Introducción datos administrativos | 144 |
| 6.2.2 Introducción datos generales..... | 144 |
| 6.2.3 Introducción envolvente térmica | 145 |
| 6.2.4 Introducción de las instalaciones | 162 |
| 6.3 Calificación energética | 164 |
| 6.4 Medidas de mejora | 164 |
| 6.4.1 Aislamiento de la fachada por pared interior (Medida 1)..... | 165 |
| 6.4.2 Aislamiento de fachada y de cajas de persiana (Medida 2) | 166 |
| 6.4.3 Calificación energética con las medidas de mejora | 166 |
| 6.5 Análisis económico de las medidas de mejora | 167 |
| 6.5.1 Introducción de los datos económicos..... | 167 |
| 6.5.2 Introducción de los costes de las medidas..... | 167 |
| 6.5.3 Resultado del estudio económico | 168 |
| 6.6 Generación del certificado de eficiencia energética..... | 169 |
| 7. Conclusiones..... | 177 |
| 8. Bibliografía | 179 |
| ANEXO A: IMÁGENES | 187 |
| ANEXO B: TABLAS | 191 |

1. Introducción

El actual nivel de vida que se está llevando a cabo en el mundo, es el responsable del alto consumo energético. Uno de los sectores que más influyen en el consumo de la energía, es el de la edificación, ya que en el caso de la Unión Europea, es el responsable del 41 % del consumo de energía y del 35% de las emisiones de CO₂. Por este motivo, realizar medidas de mejora de la eficiencia energética, son claves para reducir el consumo total de energía y las emisiones de CO₂ [1].

Además, la preocupación por el medio ambiente y por el cambio climático, está llevando a los gobiernos de los países de todo el mundo a establecer medidas que reduzcan dichos efectos y que promuevan el uso de fuentes de energía renovables.

Con esta intención se creó el protocolo de Kyoto [2], que establecía una serie de medidas que algunos países del mundo se comprometieron a cumplir, con el objetivo de reducir las emisiones de algunos de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆). Sin embargo, hubo varios países que no respaldaron dicho acuerdo.

En cambio, la Unión Europea siempre ha estado muy comprometida en reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂, y con este objetivo, propuso un paquete de medidas con las que deberían alcanzar los objetivos propuestos para el 2020. Se conoce como “El objetivo 20/20/20” [3], y las medidas propuestas son las siguientes:

- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20 % respecto a las de 1990.
- Aumentar un 20% la eficiencia energética de todos los sectores.
- Obtener el 20% de la energía procedente de fuentes renovables.

Como se ha dicho antes, la edificación es uno de los sectores, cuyo potencial de ahorro energético es mayor, y por ello la Comisión Europea ha publicado varias Directivas a lo largo de los años, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los edificios. Por ejemplo, en el año 2010, se publicó la Directiva 2010/31/UE, cuyo objetivo principal era desarrollar certificaciones energéticas en los edificios nuevos y existentes. Posteriormente se publicó la Directiva 2012/27/UE, que completaba la Directiva anterior.

Con la publicación de la Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD), se promueve el consumo eficiente de energía en los edificios y se determinan una serie de requisitos mínimos que deberán cumplir los edificios. Además, aparece la obligación de emitir certificados de eficiencia energética, y en lo que se refiere a este apartado, la Unión Europea da libertad a los países miembros para elegir la metodología que consideren más oportuna a la hora de realizar los certificados, siempre y cuando se respeten las normas fijadas por la Unión Europea.

En España, contamos con el (CTE) Código Técnico de la Edificación, el (RITE) Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, y los distintos Reales Decretos referidos a la certificación energética de los edificios, que se van actualizando, para adaptar la normativa Española a las exigencias impuestas por la Unión Europea.

Por lo tanto, Europa siente una gran responsabilidad por mejorar la eficiencia energética de los edificios, ya que suponen un gran porcentaje del consumo total de energía, y ya se está trabajando en el concepto de edificios de energía cero, que será el punto principal de las siguientes Directivas.

2. Fundamentos de la Certificación Energética

2.1 Certificación energética

2.1.1 Conceptos previos

DEMANDA Y CONSUMO ENERGÉTICO

Es importante conocer la diferencia entre demanda y consumo energético [4].

- **Demanda energética:** Energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de producción de agua corriente sanitaria (ACS) y de iluminación y se expresa en kWh/m²año. Los factores que determinan esta demanda energética se conocen como factores de demanda, que son los que afectan a la curva de carga y al horario de funcionamiento. Entre los factores de demanda encontramos el clima exterior, la epidermis del edificio y las características ocupacionales y funcionales del edificio.
- **El consumo energético:** se refiere a la energía que se consume realmente para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, producción de ACS e iluminación, teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados. También suele expresarse en kWh/m²año.

El consumo energético del edificio depende de la demanda energética del mismo y de la eficiencia de sus sistemas o instalaciones. Tanto es así que es directamente proporcional a la demanda e inversamente proporcional al rendimiento de los sistemas o instalaciones.

$$\text{Consumo energético} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento energético}}$$

Para reducir el consumo energético de las viviendas existen una serie de medidas que son las siguientes:

- Las medidas pasivas tienen el objetivo de reducir la demanda energética, actuando sobre la envolvente térmica del edificio. Unas posibles medidas pasivas son: Aumento de aislamiento térmico, mejora de huecos, incorporación de protectores solares, etc.
- Las medidas activas son aquellas que afectan de forma directa al rendimiento de los sistemas del edificio. Como posibles medidas activas

podemos encontrar: Incorporación de subsistemas de recuperación de calor, empleo de climatizadores y bombas de calor con mejores coeficientes EER y COP y la utilización de calderas con mayor rendimiento.

- Otras medidas de ahorro energético que no afectan a la demanda ni al rendimiento energético, pero sí reducen notablemente el consumo de energía, son la incorporación de energías renovables.

De esta manera, lo que interesa es actuar para reducir la demanda energética, así se reducirá en la misma proporción el consumo energético, provocando que se reduzca la potencia de los distintos sistemas, o incluso que sea innecesaria la incorporación de determinadas instalaciones el edificio.

2.1.2 ¿Qué es la certificación energética?

Se entiende como eficiencia energética [5], al consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

La certificación energética es un proceso que proporciona una medida de calificación de eficiencia energética de los edificios, en relación con la cantidad de energía necesaria para establecer en el edificio unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

En cuanto al cálculo de consumo de energía, hace referencia a: Producción de agua caliente sanitaria, sistema de calefacción, de refrigeración e iluminación.

El certificado energético, a menudo se utiliza para comparar la eficiencia energética de edificios con características similares y en el caso de edificios antiguos para verificar que cumple con la normativa desde su época de construcción. Además de proporcionar la calificación energética de los edificios, establecen medidas de mejora para su rendimiento energético.

Es un proceso complejo que se centra en los edificios como “sistemas integrados”, en lugar de considerarlos como suma de partes y consta de tres partes principales:

- **Evaluación de la eficiencia energética:** Con el objetivo de elaborar un certificado de eficiencia energética, hay que llevar a cabo una evaluación de las características principales del edificio, las cuales son:
 - Morfología del edificio (Superficie, volumen y características constructivas).
 - Climatología de la zona donde se encuentre el edificio.
 - Instalaciones: Calefacción y refrigeración, ventilación, agua corriente sanitaria e iluminación.

- Envoltente térmica del edificio: permeabilidad y aislamiento.
- Uso que se le da al edificio.
- Condiciones de ocupación y uso (horas de funcionamiento, ocupación, ventilación..).
- Energía empleada (Energías renovables o convencionales).

Toda esta información es introducida en el programa de cálculo por el encargado de realizar la certificación, evalúa el consumo de energía del edificio y elabora el certificado de eficiencia energética.

- **Emisión de los certificados de eficiencia energética:** Estos certificados pueden ser emitidos para edificios nuevos y existentes. El momento de la emisión es importante porque puede determinar la efectividad de la certificación y su potencial de tener un impacto positivo en el nivel de rendimiento energético del edificio.
- **Comunicación a través de etiquetas de eficiencia energética:** Los certificados de eficiencia energética muestran los resultados calculados de la evaluación de la eficiencia energética de una forma clara y sencilla, para que todos los usuarios puedan entender sin problemas lo expuesto en el documento.

Todo certificado cuenta con la etiqueta energética, que es el distintivo que indica el nivel de calificación de eficiencia energética obtenida para el edificio, en función del indicador energético utilizado en el país en el que se encuentre dicho edificio.



Imagen 2.1. Etiqueta energética

2.1.3 Objetivos de la certificación energética

Los objetivos de la certificación energética son los que se muestran a continuación [6]:

- **Transparencia de los edificios:** Toda la información de la calificación energética debe detallarse de manera clara y concisa, con el objetivo de que en el futuro sea un factor determinante a la hora de elegir un edificio.
- **Reducción de las emisiones de CO₂:** Esto se consigue aumentando la eficiencia y disminuyendo la demanda energética del edificio, con lo que disminuiría el consumo de energía y con ello las emisiones de CO₂. Otra forma de reducir las emisiones sería empleando energías renovables.
- **Detallar claramente:**
 - 1) Las características del edificio.
 - 2) La eficiencia energética del edificio.
 - 3) Soluciones para mejorar las características energéticas del edificio.

Para determinar la eficiencia energética de un edificio, se debe conocer el consumo anual de energía que se necesita para satisfacer la demanda energética en un año en condiciones normales de ocupación y funcionamiento.

El resultado de la calificación energética de los edificios, dependerá de cada país y se expresará a través de indicadores energéticos a través de una etiqueta energética.

2.2 Normativas Certificación Energética en Europa

A continuación se mostrarán los detalles más significativos de las principales Directivas Europeas en lo referente a la certificación de eficiencia energética en los edificios de la Unión Europea.

2.2.1 Directiva 93/76/CEE (SAVE)

Esta fue la primera Directiva [7] que propuso la certificación energética de las viviendas e hizo que los países de la Unión Europea desarrollaran programas de certificación energética para edificios. Tenía como objetivo principal reducir las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética, dirigida al sector residencial, ya que era un sector que tenía una parte importante del consumo final de energía y estaba en crecimiento.

Otro de los propósitos de esta Directiva, era el aislamiento térmico de los edificios nuevos, para que fueran dotados de un aislamiento térmico eficaz que se adaptara a las condiciones climatológicas locales, sobre la inspección periódica de calderas y auditorías energéticas en empresas de elevado consumo de energía.

Sin embargo, fueron muchos los Estados Miembros que no llegaron a cumplir los objetivos propuestos por la Directiva, por lo que finalmente se derogó.

Posteriormente, surgió el programa SAVE II en 2000. Un programa de fomento del uso racional y eficiente de los recursos energéticos. Se aplicó este programa con el objetivo de estimular medidas de eficiencia energética, incentivar las inversiones orientadas a la conversión de energía y crear las condiciones para mejorar la intensidad energética del consumo final.

2.2.2 Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo, de 16 de Diciembre de 2002

Esta directiva [8] lo que pretendía era fomentar la eficiencia energética de los edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores, las particularidades locales y la relación coste-eficiencia.

Se aplica a edificios nuevos y a los ya existentes, independientemente de que sean residenciales o del sector terciario.

Sin embargo hay una serie de excepciones como los edificios de culto, los históricos, etc.

Los puntos más importantes sobre los que trata esta directiva son los siguientes:

- Tener en cuenta factores como las características de los edificios, las instalaciones y la orientación a la hora del cálculo de la eficiencia energética de los edificios.
- Establecer para los edificios nuevos unos requisitos mínimos de eficiencia energética y para los ya existentes que tengan una superficie mayor a los 1000 m², proponer mejoras.
- Introducción de los mecanismos para realizar la certificación energética de los edificios, estableciendo el contenido y el periodo de vigencia.
- El control de las certificaciones realizadas y la comprobación de que estas se llevan a cabo por técnicos acreditados.
- Regular las inspecciones a calderas y sistemas de aire acondicionado.

Esta Directiva obliga a los Estados miembros a aplicar una metodología de cálculo integral, que abarque a todos los aspectos relacionados con la eficiencia energética (calefacción y refrigeración, iluminación, recuperación de calor..).

En el caso de viviendas destinadas a uso independiente que se encuentren en un mismo edificio, la certificación podrá basarse en una certificación única de todo el edificio.

El certificado debe contener valores comparativos para que los consumidores puedan comparar la eficiencia energética del edificio y debe de contener recomendaciones para mejorar la certificación energética realizadas por el técnico certificador.

2.2.3 Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo, de 19 de Mayo de 2010

Esta Directiva [9] se hizo con el objetivo de refundir y completar la anterior, con la intención de establecer requisitos más exigentes en la eficiencia energética de los edificios en Europa. Las medidas adoptadas están orientadas a la consecución del triple objetivo 20/20/20 para 2020.

Las principales aportaciones de esta directiva son:

- Emplear una metodología de cálculo más sofisticada, incluyendo indicadores de eficiencia energética y un indicador numérico de energía primario.
- Eliminación de la restricción de 1000 m² para los edificios ya construidos.
- Se introduce el concepto de alcance de niveles óptimos de rentabilidad para establecer los requisitos mínimos de eficiencia energética con una metodología de cálculo para obtener esos niveles.

- A partir del 31 de Diciembre del año 2020, para todos los edificios nuevos, su consumo de energía debe de ser prácticamente nulo.
- A partir del 31 de Diciembre del año 2018, los edificios nuevos ocupados por autoridades públicas, deben de tener un consumo de energía casi nulo.
- Se introducirán sistemas de medición inteligente, con el objetivo de optimizar el consumo de energía de las instalaciones técnicas de los edificios.
- Los certificados de eficiencia energética deben contar con información sobre la eficiencia energética y recomendaciones para mejorar los niveles óptimos.
- Nuevas condiciones para las inspecciones de las instalaciones de climatización, en las que se debe adjuntar un informe con los datos obtenidos.

2.2.4 Directiva 2012/27/UE del parlamento europeo y del consejo, de 25 de Octubre de 2012

Esta directiva [10] no afecta al proceso de certificación energética, pero si promueve avances para la mejora de la eficiencia energética.

Esta nueva Directiva de eficiencia energética surge debido a que la Unión Europea no va a alcanzar el objetivo de aumentar en un 20% la eficiencia energética en 2020. De esta manera, se ha actualizado el marco legal de la Unión Europea en materia de eficiencia energética, creando un marco común que sirva tanto para reforzar dicho objetivo, como para favorecer que las nuevas mejoras de eficiencia energética vayan más allá del 2020.

Los avances que incorpora son los siguientes:

- Realización de auditorías energéticas.
- Creación de un programa de información y habilitación de consumidores.
- Renovación del parque de edificios residenciales y comerciales
- Obligación para las entidades públicas de renovar un porcentaje de sus instalaciones al año, con la incorporación de equipos de alto rendimiento.

2.2.5 Nueva Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios

El 30 de Noviembre de 2016, la Comisión Europea propuso la actualización de la Directiva [11] sobre rendimiento energético de los edificios para ayudar a promover el uso de tecnología inteligente en los edificios, racionalizar las normas existentes y acelerar la renovación de los edificios.

El Parlamento Europeo (el 17 de abril de 2018) y el Consejo de la Unión Europea (el 14 de mayo de 2018) aprobaron formalmente el acuerdo político sobre la revisión propuesta de la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios. Algunas de las novedades más significativas son las siguientes:

- Se pretende la total descarbonización de los edificios para el año 2050, lo que implica mejorar el rendimiento energético y el aumento de la velocidad, calidad y eficacia de la renovación.
- Todas las viviendas que se construyan a partir del año 2020 deberán tener un consumo de energía casi nulo, y esa energía que consuman deberá ser generada por fuentes de energía renovables situadas sobre el edificio o sobre su entorno.
- Se mejorará el seguimiento de rendimiento energético de los edificios públicos, mediante la creación de bases de datos de rendimiento energético.
- Entorno al año 2025, los edificios deberán estar equipados con sistemas de automatización y control en el caso de que sea rentable económicamente.
- Los Estados miembros se encargarán de establecer medidas de inspección, adecuadas y frecuentes en las instalaciones de calefacción y refrigeración, con el objetivo de mejorar la eficiencia energética.

3 Matriz energética en los diferentes países de la Unión Europea

La matriz energética consiste en una representación cuantitativa de la energía que consume un país, en la que se muestra el porcentaje de participación de cada fuente de energía. Puede haber distintos tipos de matrices en función del consumo de energía que se quiera representar. De esta manera, podemos diferenciar entre la matriz energética primaria, que hace referencia al consumo de energía primaria (eólica, hidráulica, solar, etc) y la matriz energética secundaria, que representa el consumo de los distintos tipos de energía final (electricidad, gas, etc).

En este estudio nos vamos a centrar en el **consumo de energía primaria para la generación de energía eléctrica**, la cual puede proceder de distintas fuentes de energía: nuclear, hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica o combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón).

La matriz energética es una herramienta muy útil para analizar y comparar los consumos energéticos de un país a lo largo del tiempo e incluso para realizar comparaciones entre distintos países.

Como veremos a continuación, será un elemento muy importante a tener en cuenta para los distintos factores de paso que existen para cada país, ya que uno de los factores de los que dependerán será la matriz energética de cada país.

A continuación se analizarán las matrices energéticas para producción de electricidad para distintos países de la Unión Europea.

3.1 España

En el año 2016 el 38% de la energía eléctrica generada procede de fuentes renovables, frente al 36.9% del 2015.

Por otro lado, la energía nuclear ha sido la principal fuente de generación eléctrica con un 22% de la energía total, y la procedente del carbón ha sido la que más ha disminuido debido al cierre de varias centrales de carbón.

La solar fotovoltaica ha aumentado un 0.3% con respecto al 2015 [12].

Tabla 3.1. Generación eléctrica España 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| FUENTE | | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 18 | 38 |
| | Hidráulica | 13 | |
| | Solar | 5 | |
| | Biomasa | 2 | |
| Nuclear | Nuclear | 22 | 22 |
| No renovables | Carbón | 14 | 40 |
| | Gas natural | 20 | |
| | Petróleo | 6 | |

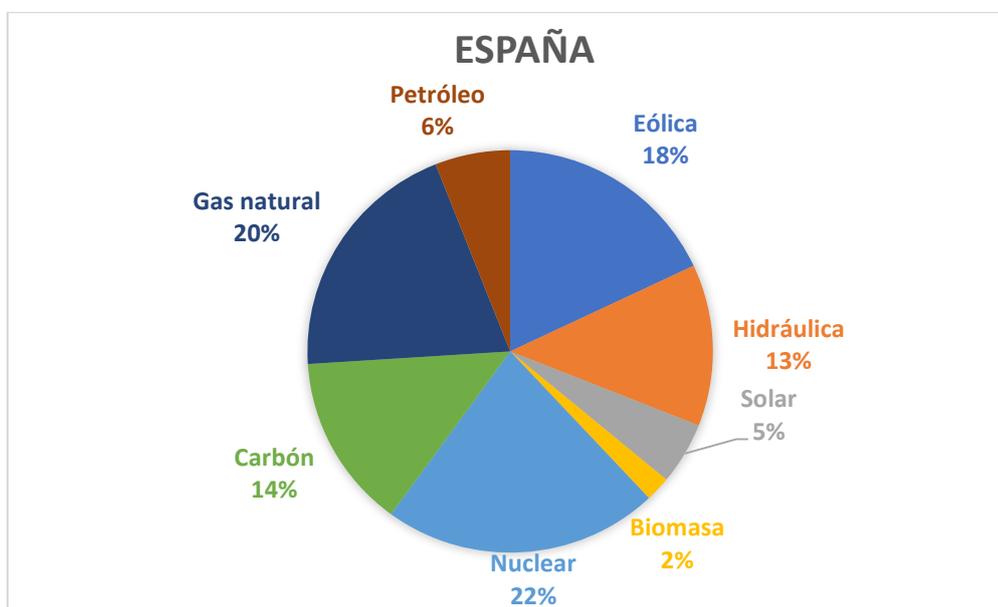


Imagen 3.1. Matriz energética producción electricidad España 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.2 Alemania

Las energías renovables corresponden con la fuente de energía más importante en Alemania, ya que en 2016 ha alcanzado el 30% de la generación de la energía total del país. Entre ellas, la principal fuente de energías renovables fue la eólica con un 12 %, seguido por la biomasa con un 9% y la energía solar con un 6%.

Respecto a la producción de energía de gas natural ha aumentado hasta el 13 % debido a la bajada de los precios del gas natural.

Por otro lado, la energía nuclear y de combustibles fósiles ha disminuido ligeramente respecto al 2015 [13].

Tabla 3.2. Generación eléctrica Alemania 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 12 | 30 |
| | Hidráulica | 3 | |
| | Solar | 6 | |
| | Biomasa | 9 | |
| Nuclear | Nuclear | 13 | 13 |
| No renovables | Carbón | 43 | 57 |
| | Petróleo | 1 | |
| | Gas Natural | 13 | |

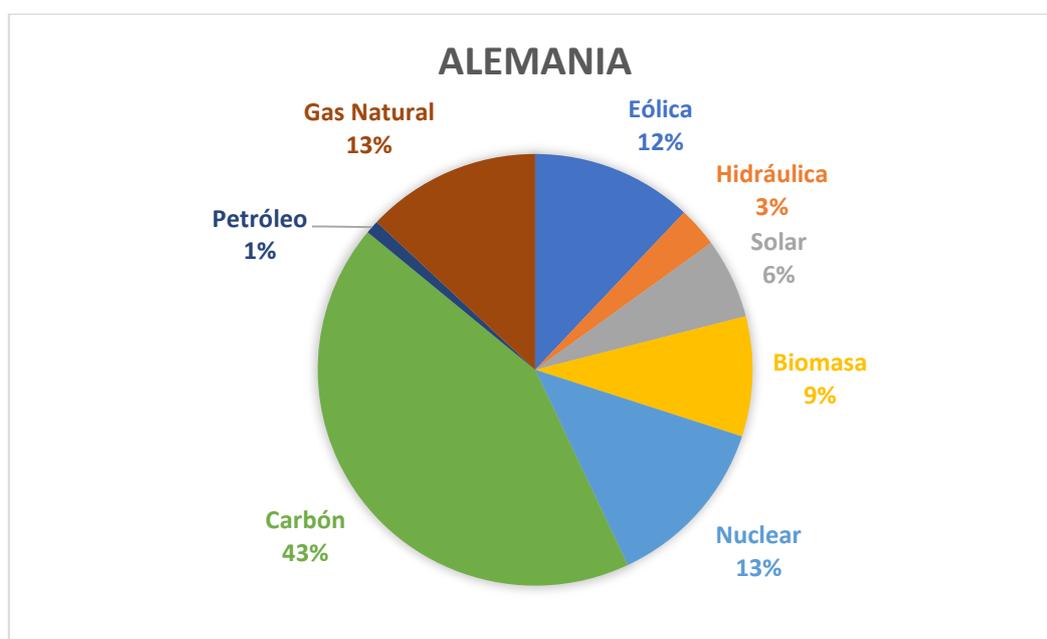


Imagen 3.2. Matriz energética producción electricidad Alemania 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.3 UK

En el 2016, es la primera vez en la historia que la energía eólica ha generado más electricidad que el carbón. El carbón ha aportado un 9% de la electricidad total del Reino Unido mientras que la generación de electricidad mediante energía eólica ha alcanzado un 11% en este año.

Este hecho ha ocasionado que las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de electricidad se hayan reducido en torno a un 20%.

El porcentaje de electricidad generada con fuentes de energía renovables se encuentra alrededor del 25%, donde la energía eólica es la que tiene mayor importancia [14].

Tabla 3.3. Generación eléctrica UK 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 11 | 26 |
| | Hidráulica | 2 | |
| | Solar | 3 | |
| | Biomasa | 10 | |
| Nuclear | Nuclear | 21 | 21 |
| No renovables | Carbón | 9 | 53 |
| | Petróleo | 1 | |
| | Gas Natural | 43 | |

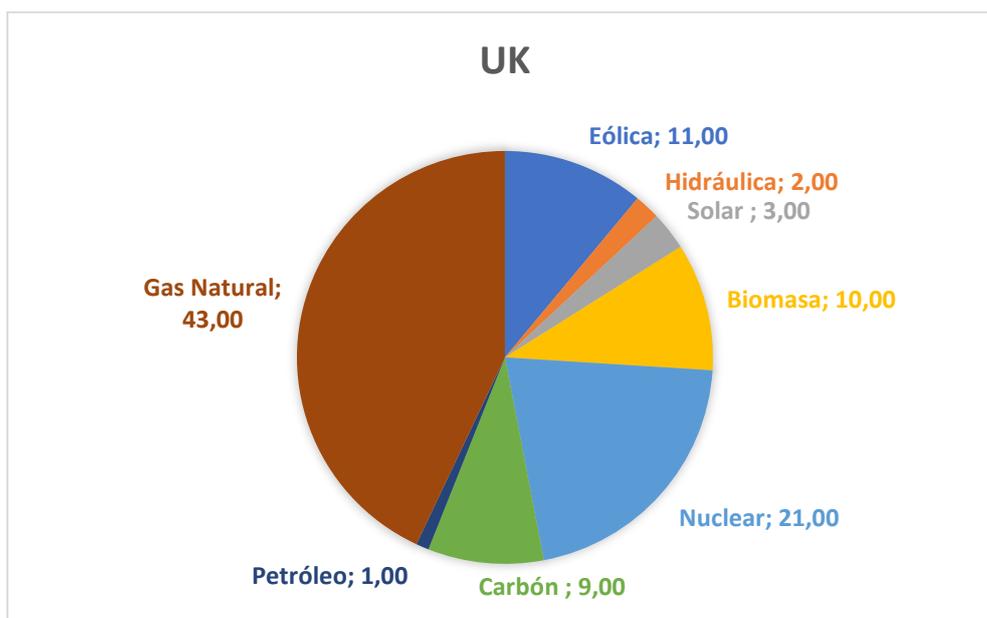


Imagen 3.3. Matriz energética producción electricidad UK 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.4 Francia

Francia es el país de la unión Europea que más electricidad genera con sus centrales nucleares (un 73 %), aunque ha descendido un 7.9% respecto al 2015 debido al cierre de varias plantas nucleares para el mantenimiento de las mismas.

La producción de electricidad en las centrales eléctricas de carbón y petróleo también han disminuido notablemente en 2016 (2% y 6% respectivamente) con el fin de reducir la emisión de gases perjudiciales para el efecto invernadero.

Las centrales hidroeléctricas francesas crecieron un 8.2 % en 2016 y siguen siendo la segunda mayor fuente de electricidad en Francia, con un 11%. Otra fuente de energía renovable que aumentó es la fotovoltaica, que lo hizo en un 22.3%, pero su contribución sigue siendo muy pequeña ya que solo alcanza el 2% del total de la energía generada. Por otro lado la eólica disminuyó un 1.8% en 2016 respecto al año anterior.

Con ello, el porcentaje de electricidad generada con fuentes de energía renovables se sitúa en torno al 19% [15].

Tabla 3.4. Generación eléctrica Francia 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 4 | 19 |
| | Hidráulica | 11 | |
| | Solar | 2 | |
| | Biomasa | 2 | |
| Nuclear | Nuclear | 73 | 73 |
| No renovables | Carbón | 2 | 8 |
| | Gas natural | 6 | |
| | Petróleo | 0 | |

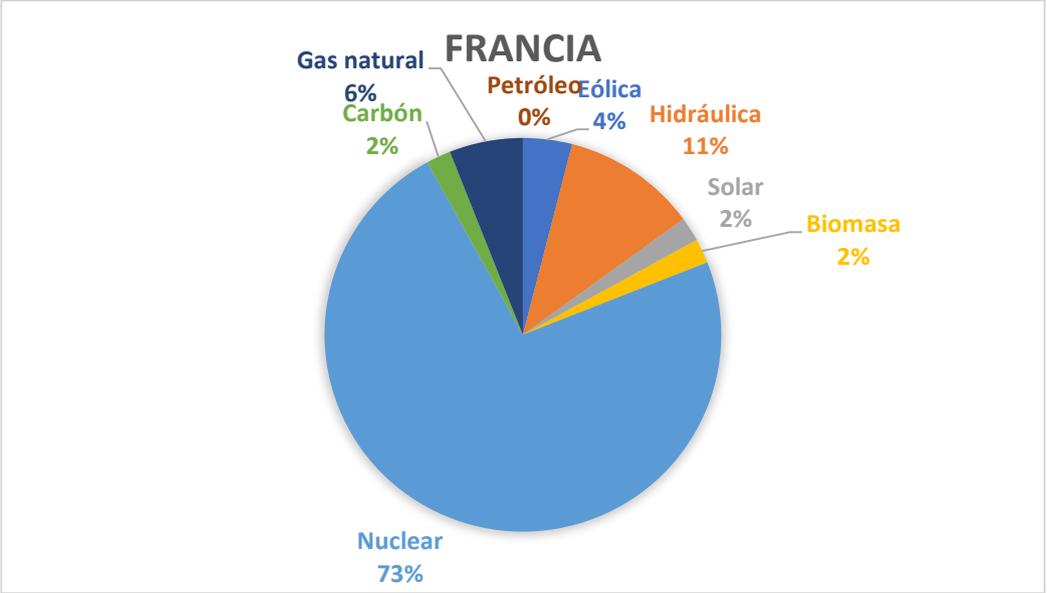


Imagen 3.4. Matriz energética producción electricidad Francia 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.5 Italia

En el año 2016, la fuente primaria de energía en Italia ha sido el gas natural, que superó por primera vez en la historia al petróleo y que aumentó un 7 % respecto al año anterior colocándose con un 42 % en el mix energético del país.

El carbón ha descendido un 3% colocándose con un 15 % del total de la energía generada en 2016.

Por otro lado las fuentes de energías renovables generan un total del 39 % de la energía eléctrica total del país, donde la más destacada es la hidráulica con un 15%, seguida de la solar con un 8 % [16].

Tabla 3.5. Generación eléctrica Italia 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 6 | 39 |
| | Hidráulica | 15 | |
| | Solar | 8 | |
| | Geotérmica | 2 | |
| | Biomasa | 8 | |
| Nuclear | Nuclear | 0 | 0 |
| No renovables | Carbón | 15 | 61 |
| | Gas natural | 42 | |
| | Petróleo | 4 | |

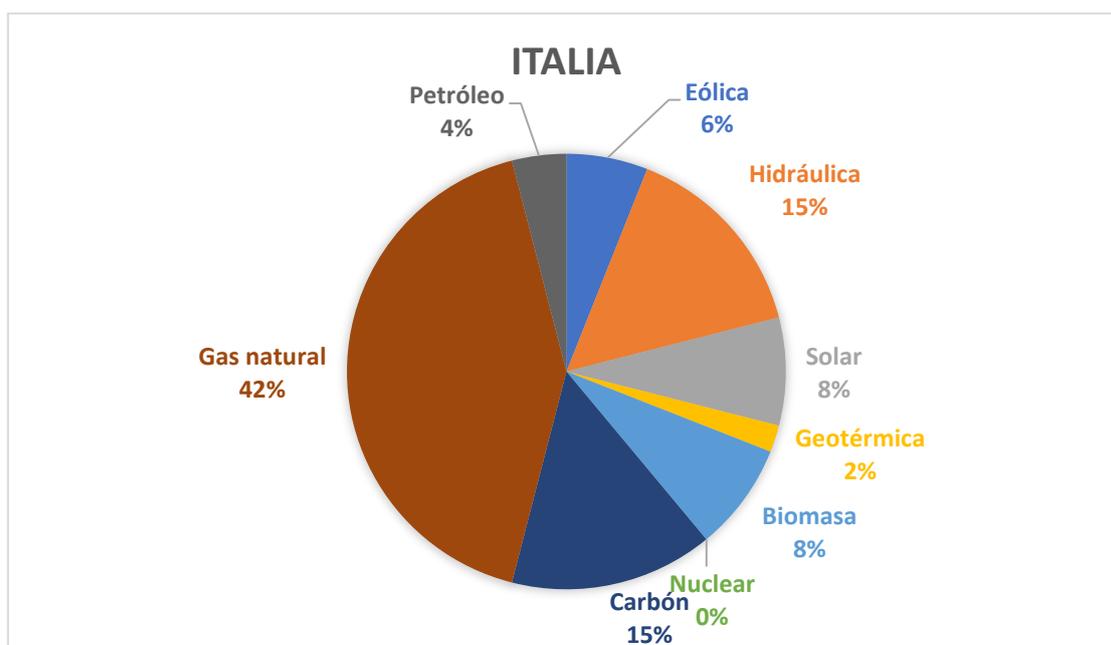


Imagen 3.5. Matriz energética producción electricidad Italia 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.6 Portugal

Las energías renovables aseguraron más de la mitad del suministro eléctrico en Portugal, siendo uno de los países de la Unión Europea que más partido saca de las energías renovables.

De nuestro estudio, es el único país del que más de la mitad de la producción proviene de fuentes renovables con un 58 % e incluso ha permitido la exportación al extranjero.

La producción renovable se distribuyó entre energía hidráulica (24%), eólica (22%), biomasa (6%) y solar (2 %).

Cabe destacar que en mayo de 2016, Portugal funcionó cuatro días consecutivos con energía proveniente de fuentes renovables.

Respecto a las fuentes no renovables, les corresponde un 46 %, donde las más señaladas son, la proveniente del carbón (22 %) y del gas natural (22 %) [17].

Tabla 3.6. Generación eléctrica Portugal 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|---------------|-------------|----|----|
| Renovables | Eólica | 22 | 54 |
| | Hidráulica | 24 | |
| | Solar | 2 | |
| | Biomasa | 6 | |
| Nuclear | Nuclear | 0 | 0 |
| No renovables | Carbón | 22 | 46 |
| | Gas natural | 22 | |
| | Petróleo | 2 | |

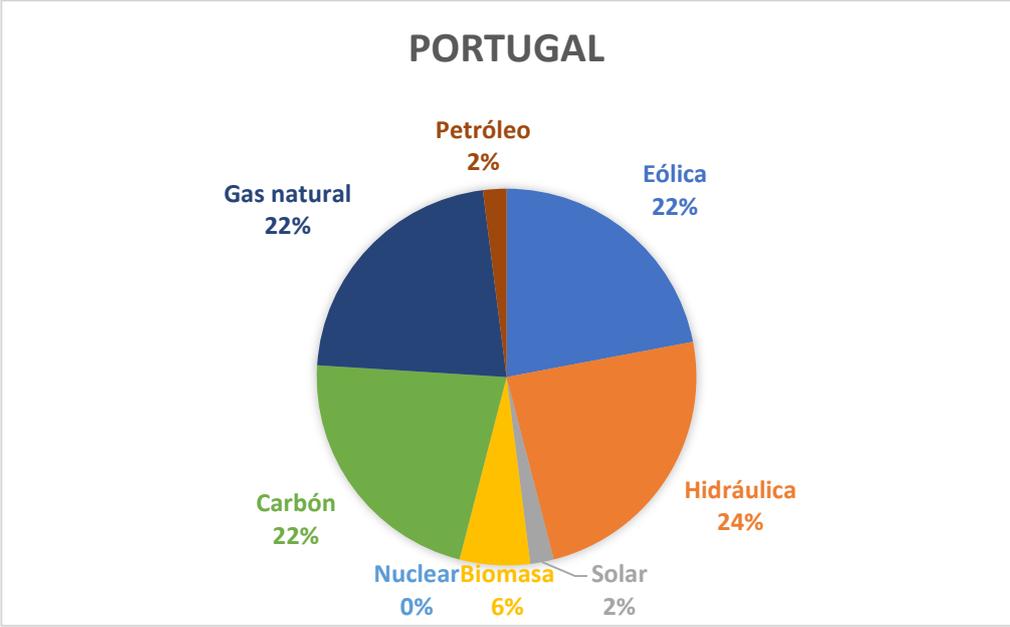


Imagen 3.6. Matriz energética producción electricidad Portugal 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

3.7 Europa

En Europa en el año 2016 [18], las energías renovables han supuesto el 30% de generación de electricidad y los combustibles fósiles siguen siendo la fuente de energía dominante con un 47%. Pese a que siga siendo la fuente de energía mayoritaria, se ha reducido respecto al 2015, ya que contaba con un 49.8%.

En cuanto a la energía nuclear, se ha reducido en un 2.4%, debido a la eliminación progresiva de centrales nucleares en toda Europa.

En las energías renovables, la más importante sigue siendo la hidroeléctrica con un 17%, que ha crecido significativamente respecto al 2015 (11.9%). Y en el resto de renovables como son la solar, la geotérmica y la eólica solo aumentaron respecto el año pasado un 0.4%.

En el año 2016, las fuentes de energía renovables han representado aproximadamente el 90% de la nueva potencia añadida a las redes eléctricas, con lo que cada vez se está reduciendo más el uso de combustibles fósiles.

De los 24.5 GW de nueva capacidad generados en Europa en 2016, el 86% provienen de fuentes de energía renovables como la eólica, solar, biomasa e hidroeléctrica. De esta manera la energía eólica supero al carbón y se ha convertido en la segunda mayor forma de energía tras el gas.

Tabla 3.7. Generación eléctrica Europa 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

| | FUENTE | % | |
|----------------------|-------------------|-----|------|
| Renovables | Eólica | 3,5 | 29,8 |
| | Hidráulica | 17 | |
| | Geotérmica | 0,3 | |
| | Solar | 9 | |
| Nuclear | Nuclear | 23 | 23 |
| Combustibles fósiles | Carbón y petróleo | 47 | 47 |
| | Otros | 0,2 | |

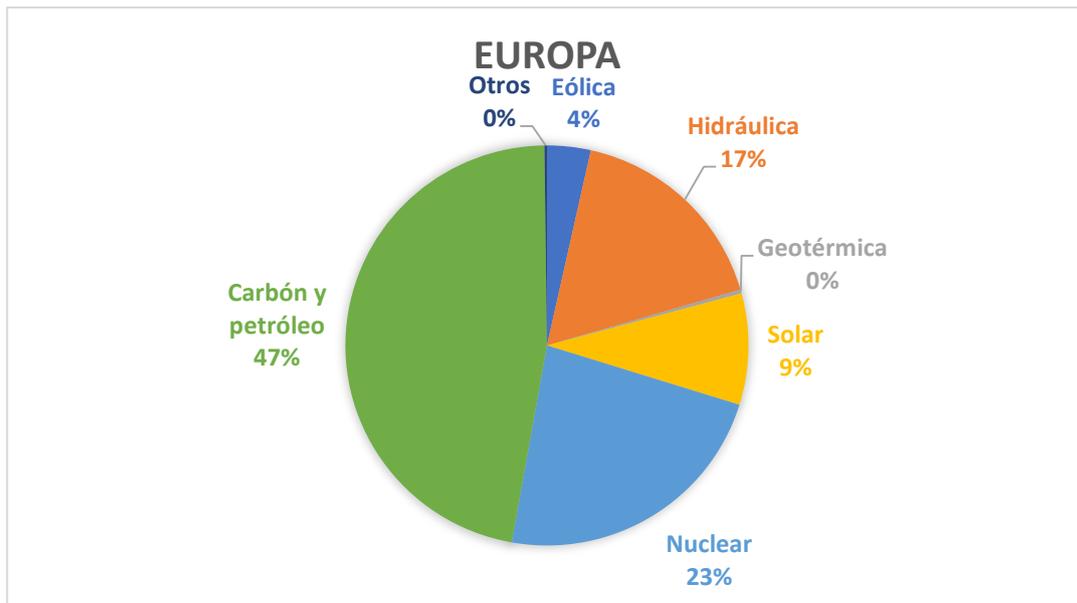


Imagen 3.7. Matriz energética producción electricidad Europa 2016. Elaboración propia. Fuente: IEA

A continuación veremos una tabla y gráfica comparativa entre los países estudiados y Europa, en los que se representa el porcentaje de energías renovables, de combustibles fósiles, y nuclear de cada país.

Tabla 3.8. Resumen porcentajes producción de electricidad de los países estudiados. Elaboración propia. Fuente AIE

| País | Renovables | Fósil | Nuclear |
|----------|------------|-------|---------|
| Europa | 29,8 | 47 | 23 |
| España | 38 | 40 | 22 |
| UK | 26 | 53 | 21 |
| Francia | 19 | 8 | 73 |
| Alemania | 30 | 57 | 13 |
| Italia | 39 | 61 | 0 |
| Portugal | 54 | 46 | 0 |

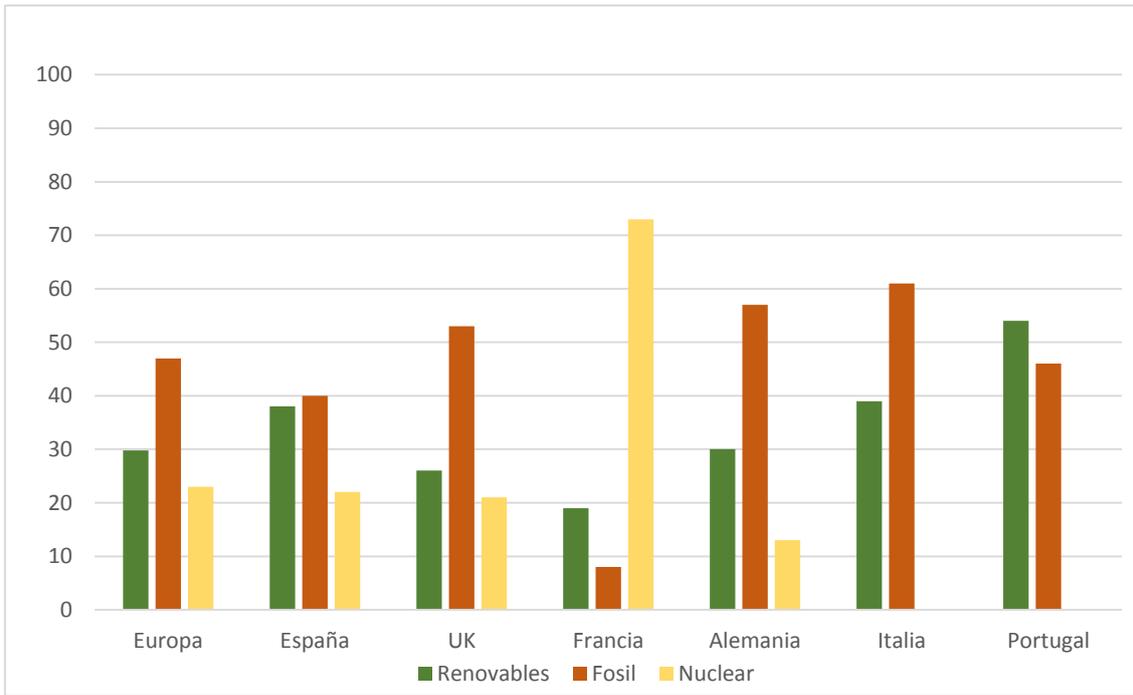


Imagen 3.8. Comparativa fuentes de energía para producción de electricidad. Elaboración propia. Fuente: IEA

4 Análisis factores de paso en los distintos países de Europa

En este apartado se va a proceder a revisar y analizar los factores de paso de las diferentes energías utilizadas en el sector de la edificación en Europa.

Existen dos factores de paso principales:

- De energía final de consumo a energía primaria.
- De energía final de consumo a emisiones de CO₂.

4.1 Energía final y energía primaria

Antes de hablar de los factores de paso resulta conveniente destacar la diferencia entre energía primaria y energía final, para entender el concepto de factor de paso de energía final a energía primaria [19].

La **energía final** es la que consumimos en nuestros edificios, como puede ser gas natural, butano o la electricidad. En este estudio solo nos vamos a centrar en la electricidad como energía final. Es cierto que en la mayoría de las ocasiones no podemos aprovechar la energía por completo, debido a que los sistemas técnicos disponen de rendimientos inferiores a la unidad, con lo que de cada KW de energía que entra al sistema, posiblemente solo se esté aprovechando un 80% ó 90%. Esto es lo que se conoce como **energía útil**.

Por otro lado, la energía final, que es la que nosotros consumimos, proviene de la transformación y transporte de la energía contenida en los recursos naturales.

En conclusión, **la energía primaria** es aquella que proviene de una fuente disponible de la naturaleza, mientras que la energía final es la que consumimos en nuestros edificios, la cual proviene de la transformación de la energía primaria.



Imagen 4.1. Transformación energía. Fuente: CTE DB-HEO

La energía primaria se divide en energía renovable y no renovable. La energía renovable es aquella que se extrae de fuentes de energía que se reponen de forma natural en un periodo de tiempo muy pequeño. Para las fuentes de energía no renovables, la tasa de extracción es mayor que la tasa de reposición. La energía

que se obtiene a través de estas fuentes se denomina energía no renovable. Las fuentes de energía se pueden dividir en combustibles y no combustibles como se muestra en la siguiente tabla [20].

Tabla 4.1. Fuentes de energía

| Fuentes de energía no renovables | | Fuentes de energía renovables | |
|----------------------------------|----------------|-------------------------------|---|
| Combustible | No combustible | Combustible | No combustible |
| Carbón Gas natural | Nuclear | Biomasa | Hidroeléctrica Solar Eólica Geotérmica |

Con lo cual, la relación entre energía primaria y energía final queda determinada mediante el factor de conversión de energía final a primaria, que es uno de los que se va a estudiar en este apartado. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Energía Primaria} = \text{Energía final} \times \text{Factor de Conversión}$$

4.2 Análisis factores de paso

El factor de paso de energía final a energía primaria (PEF) (*Primary Energy Factor*) nos permite conocer el consumo de energía primaria en función de la energía final consumida. El PEF es una herramienta útil que nos da una idea de la energía que se consume, y de la energía que se pierde en los procesos de transformación y distribución de dicha energía.

Es de gran utilidad a la hora de realizar las certificaciones energéticas en edificios, ya que conociendo la energía final consumida y multiplicándola por el factor de paso, se obtiene la cantidad de energía primaria consumida. De esta manera se puede comparar el consumo energético de distintos países gracias al factor de paso. Por ejemplo, para dos edificios de iguales características de dos países diferentes, en los que se ha consumido la misma cantidad de energía final, dependiendo del factor de paso del país, se habrá necesitado más o menos energía primaria en un país que en otro para un mismo consumo de energía final [21].

Por otro lado, el factor de emisiones de CO₂ sirve para calcular la cantidad de dióxido de carbono emitido a la atmósfera conociendo el valor de la energía final consumida.

El análisis de los factores de emisión de CO₂, así como los coeficientes de paso de energía final a energía primaria, deben dividirse en dos ámbitos en función del tipo de energía final que se consuma:

- Energía final térmica (combustibles fósiles y biomasa).
- Energía final eléctrica.

Solo se va a estudiar el factor de paso de energía final a energía primaria para el caso de energía final eléctrica consumida, ya que es la única en la que los resultados en el cálculo de la energía primaria van a ser significativos. Para el caso de energía final térmica, el factor de conversión va a ser muy próximo a 1 y por esta razón no lo vamos a tener en cuenta en el estudio. Esto se debe a que los combustibles fósiles como el gas o el petróleo, son fuentes de energía que se encuentran disponibles directamente en la naturaleza, por lo que no necesitan de una transformación. En cambio, la electricidad, no es una fuente de energía primaria, ya que se obtiene mediante la transformación de recursos naturales en las plantas de producción, en la que cada una de ellas tendrá un determinado rendimiento. Por este motivo, el coeficiente de conversión de energía final a energía primaria para la electricidad, depende del mix energético de la producción eléctrica del país [22].

De esta manera, para calcular la energía primaria necesaria, conociendo la energía final consumida, se multiplicará a la energía final por su correspondiente factor de paso.

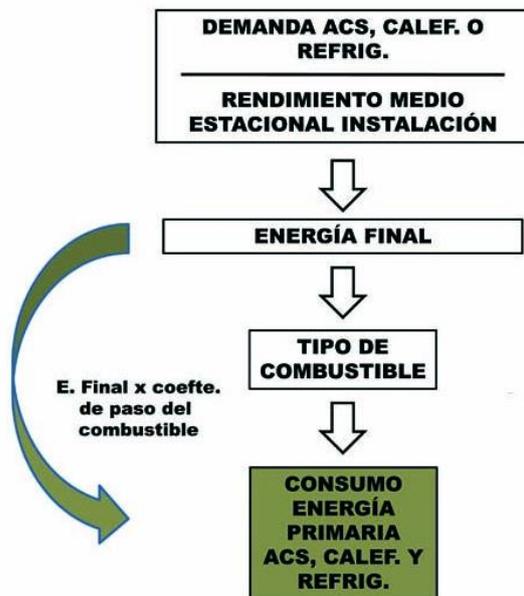


Imagen 4.2 Esquema factores de paso de energía primaria

El otro factor de conversión que se va a estudiar es el de emisiones de CO₂. Este factor de paso nos indica los kg de CO₂ emitidos a la atmósfera por kWh de energía eléctrica consumida.

4.2.1 Cálculo de los factores de paso de energía primaria y emisiones de CO₂

El cálculo de los coeficientes de emisión de CO₂ y de energía primaria, se hace para todas las fuentes de energía que componen la matriz energética eléctrica de cada país, calculando los coeficientes respectivos para cada tipo de central.

El factor de paso de energía final a energía primaria, se obtiene como la relación entre el consumo de energía primaria y la energía eléctrica contabilizada en el punto de consumo: $PEF = \frac{EP}{EF}$

Debido a que hay fuentes de energía primaria renovables y no renovables, el factor de conversión de energía primaria (PEF) se divide en: PEF total, PEF renovable y PEF no renovable. El PEF total es la suma de la energía primaria de fuentes renovables y no renovables, dividido entre la energía final total consumida. Por otro lado el PEF no renovable se calcula dividiendo la energía primaria que proviene de fuentes no renovables entre la energía final total consumida. Y de la misma manera el PEF renovable es el resultado de la división de la energía primaria que proviene de las fuentes renovables entre la energía final total consumida [20].

La siguiente imagen muestra lo comentado previamente:

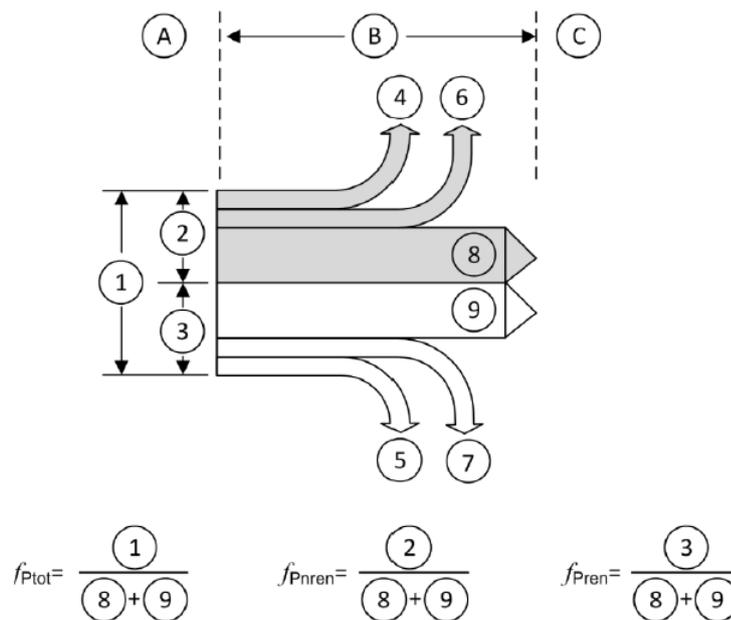


Imagen 4.3. Factores de conversión energía primaria y flujos de energía. Fuente: Sergei Saprunov, Calculation of the primary energy factor for finnish district heating and electricity.

Donde:

- La suma de 8 y 9 corresponde con la energía final consumida.
- 4, 6, 5 y 7 corresponderían a todo lo relacionado con las pérdidas.
- 1 hace referencia a la aportación de energía primaria, dividida en renovable (2) y no renovable (3).

En cuanto al factor de paso de conversión de energía final a emisiones de CO₂, se obtiene como la relación entre el factor de conversión de energía final a primaria (MWh e.p/ MWh e.f) y el factor de emisión de CO₂ específico de cada combustible según el factor de oxidación. Con lo que el resultado sería (tCO₂/MWh) [22].

Procedimiento de cálculo

El procedimiento de cálculo se basa en obtener la relación entre el consumo de combustible de las centrales de producción eléctrica y el consumo de energía eléctrica en el punto de consumo, realizando la regresión desde el consumo eléctrico final hasta el consumo de combustible, en función del tipo de central de producción eléctrica, y considerando para todos los casos [22]:

- Los rendimientos de los distintos tipos de centrales de producción de electricidad.
- Las pérdidas de transformación.
- Las pérdidas de distribución.
- La matriz energética eléctrica del país.

De esta manera, existen dos métodos para contabilizar la cantidad de energía primaria equivalente necesaria para la producción de energía eléctrica en cada central. Estos métodos se explican a continuación.

4.2.2 Métodos utilizados para el cálculo de energía primaria

Existen dos métodos para calcular la energía primaria equivalente que se necesita para producir una determinada energía eléctrica final. Esto será necesario para calcular los factores de paso de energía final de consumo a energía primaria y ambos definirán unas variables que dependiendo del método se obtendrá un factor de conversión u otro. Entre estas variables, hay que tener en cuenta los límites geográficos del territorio, el manejo de la exportación e importación de energía, los rendimientos de las centrales, la matriz energética del país y las pérdidas de transporte.

La metodología para determinar los factores de paso de cada país, consistirá en conocer la energía generada por cada fuente de energía y conociendo la eficiencia de cada una de ellas, calcular la cantidad de energía primaria que se ha necesitado para su generación. Además, se tendrán en cuenta las pérdidas por transporte (en las líneas de alta tensión, en las de baja tensión y en los transformadores), ya que estas se traducirán en un decremento de la energía eléctrica generada al llevarla al punto de consumo. Teniendo en cuenta estas pérdidas, se obtendrá del total de la energía eléctrica generada por cada fuente, cuanto es lo que realmente se ha consumido en las viviendas. De esta manera conociendo la energía primaria y la energía final total consumida se calculará el factor de paso (PEF) dividiendo el primero valor entre el segundo [23] [24].

Por lo tanto, los métodos de los que se hablará a continuación servirán para calcular de forma distinta, cuanta energía primaria le corresponde a la generación eléctrica de cada fuente de energía.

Los dos métodos que se utilizan son el método de sustitución parcial y el método de contenido de energía física. El factor de paso dependerá de si se emplea uno u otro.

La diferencia entre ambos métodos reside en como se contabiliza la energía primaria, una vez conocida la generación de cada central para fuentes de energía con combustible y fuentes de energía sin combustible.

Después de cada método se expondrá un ejemplo del cálculo del factor de conversión para Dinamarca, Noruega y Suecia para los datos obtenidos del 2010 [23].

Método de sustitución parcial

Hay que tener en cuenta para el cálculo del factor de paso de energía final a energía primaria, las fuentes de las que proviene la energía que se consume y de la eficacia de esas fuentes.

En este método, el equivalente de energía primaria de cada una de las fuentes para la generación de electricidad representa la cantidad de energía que sería necesaria para generar una cantidad idéntica de electricidad en las centrales térmicas convencionales. El equivalente de energía primaria para la producción de electricidad se calcula utilizando una eficiencia de generación promedio de esas plantas.

Para las fuentes de energía que cuentan con un combustible, es más fácil de cuantificar y establecer una determinada eficiencia ya que se conocerá la capacidad calorífica del combustible y la cantidad de combustible empleado. Sin embargo para las fuentes de energía renovables y energía nuclear este método no es nada útil, y será difícil establecer el grado de eficiencia. En estas fuentes de energía, lo que hace el método de sustitución parcial es, para la cantidad de electricidad generada por estas fuentes, calcula la cantidad de energía primaria que se requeriría si fuera generada por combustibles fósiles [23] [24].

Por este motivo, este método no es útil para los países que cuentan con grandes aportaciones de energía nuclear y renovable, por lo que la Agencia Internacional de la Energía (IEA) abandonó este método de cálculo hace tiempo.

A continuación las tres tablas siguientes muestran el cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Noruega, Suecia y Dinamarca mediante el método de sustitución parcial. La cuarta tabla mostrará el cálculo del PEF de cada país [24].

Tabla 4.2. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Noruega en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Noruega | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| Nuclear | 0 | 40 % (sustitución parcial) | 0 |
| Fósil | 5 | 40% | 12,5 |
| Hidroeléctrica | 117,9 | 40 % (sustitución parcial) | 294,8 |
| Eólica | 0,9 | 40 % (sustitución parcial) | 2,3 |
| Bioamasa | 0,6 | 30% | 2 |
| Total | 124,4 | | 311,6 |

Tabla 4.3. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Suecia en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Suecia | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| Nuclear | 55,6 | 40 % (sustitución parcial) | 139 |
| Fósil | 7,8 | 40% | 19,5 |
| Hidroeléctrica | 66,2 | 40 % (sustitución parcial) | 165,5 |
| Eólica | 3,5 | 40 % (sustitución parcial) | 8,8 |
| Bioamasa | 11,9 | 30% | 39,7 |
| Total | 145 | | 372,5 |

Tabla 4.4. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Dinamarca en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Dinamarca | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| Nuclear | 0 | 40 % (sustitución parcial) | 0 |
| Fósil | 26,3 | 40% | 65,8 |
| Hidroeléctrica | 0 | 40 % (sustitución parcial) | 0 |
| Eólica | 7,8 | 40 % (sustitución parcial) | 19,5 |
| Bioamasa | 2,6 | 30% | 8,7 |
| Total | 36,7 | | 94 |

A continuación se mostrarán los PEF de los tres países habiendo utilizado el método de sustitución parcial. Considerando un 10% de pérdidas, obtendríamos el consumo final de energía de los países, con lo que dividiendo la energía primaria entre la energía total consumida nos da como resultado el factor de conversión de energía primaria (PEF).

Tabla 4.5. Cálculo del PEF de Noruega, Suecia y Dinamarca del año 2010 mediante el método de sustitución parcial. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| | Generación (TWh) | 10 % pérdidas (TWh) | Consumo (TWh) | Energía primaria (TWh) | PEF |
|-----------|------------------|---------------------|---------------|------------------------|------|
| Noruega | 124,4 | 12,4 | 112 | 311,6 | 2,78 |
| Suecia | 145 | 14,5 | 130,5 | 372,5 | 2,85 |
| Dinamarca | 36,7 | 3,7 | 33 | 94 | 2,85 |

Método de contenido de energía física

En este caso se usa un procedimiento totalmente diferente al anterior a la hora de calcular la energía primaria equivalente, en lo que se refiere a la cuantificación de la energía nuclear y de las energías renovables que no cuentan con un “combustible”.

Para la energía procedente de combustibles fósiles, el cálculo se hace de la misma manera que con el método anterior. Pero para las fuentes de energía que no cuentan de combustible, el procedimiento cambia.

Este método usa el contenido de energía física de la fuente de energía, como su equivalente de energía primaria. De esta manera dependiendo de la fuente de energía variará el grado de eficiencia. Por ejemplo, en el caso de la energía nuclear, el equivalente de energía primaria corresponde a la energía liberada en los reactores, y la IEA (Agencia Internacional de la Energía) ha establecido una eficiencia del 33%. Para la geotérmica, se ha considerado una eficiencia del 10% y para el resto de energías renovables como la solar, hidráulica y eólica el porcentaje de eficiencia es del 100 % ya que se genera electricidad sin el consumo de ningún recurso [23] [24].

Por esta razón el método de contenido de energía física da una estimación más precisa del consumo de energía primaria en la generación de electricidad, en comparación con el método de sustitución parcial. Por esta razón la mayoría de las organizaciones son partidarias de aplicar este método como la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y Eurostat.

A continuación volveremos a poner de ejemplo el cálculo del (PEF) en Noruega, Dinamarca y Suecia pero esta vez mediante el método de contenido de energía física [23].

Tabla 4.6. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Noruega en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Noruega | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|------------|------------------------|
| Nuclear | 0 | 33% | 0 |
| Fósil | 5 | 40% | 12,5 |
| Hidroeléctrica | 117,9 | 100% | 117,9 |
| Eólica | 0,9 | 100% | 0,9 |
| Bioamasa | 0,6 | 30% | 2 |
| Total | 124,4 | | 133,3 |

Tabla 4.7 . Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Suecia en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Suecia | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|------------|------------------------|
| Nuclear | 55,6 | 33% | 168,5 |
| Fósil | 7,8 | 40% | 19,5 |
| Hidroeléctrica | 66,2 | 100% | 66,2 |
| Eólica | 3,5 | 100% | 3,5 |
| Bioamasa | 11,9 | 30% | 39,7 |
| Total | 145 | | 297,4 |

Tabla 4.8. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Dinamarca en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| Dinamarca | Generación (TWh) | Eficiencia | Energía primaria (TWh) |
|----------------|------------------|------------|------------------------|
| Nuclear | 0 | 33% | 0 |
| Fósil | 26,3 | 40% | 65,75 |
| Hidroeléctrica | 0 | 100% | 0 |
| Eólica | 7,8 | 100% | 7,8 |
| Bioamasa | 2,6 | 30% | 8,7 |
| Total | 36,7 | | 82,3 |

A continuación en la siguiente tabla se mostrará los (PEF) de los tres países utilizando el método de contenido de energía física. Para el cálculo de energía final consumida se ha supuesto al igual que antes unas pérdidas del 10 %.

Tabla 4.9. Cálculo del PEF de Noruega, Suecia y Dinamarca del año 2010 mediante el método de contenido de energía física. Elaboración propia. Fuente: Energy Norway, Adapt consulting

| | Generación (TWh) | 10 % pérdidas (TWh) | Consumo (TWh) | Energía primaria (TWh) | PEF |
|-----------|------------------|---------------------|---------------|------------------------|------|
| Noruega | 124,4 | 12,4 | 112 | 133,3 | 1,19 |
| Suecia | 145 | 14,5 | 130,5 | 297,4 | 2,28 |
| Dinamarca | 36,7 | 3,7 | 33 | 82,3 | 2,49 |

Por lo tanto comparando ambos métodos, podemos observar que el método de contenido de energía física da una estimación más precisa del consumo de energía primaria en la generación de electricidad y se alcanzan unos valores de (PEF) más próximos a la unidad.

Estos métodos lo que hacen es calcular de distinta forma para cada fuente de energía, la energía primaria que implica una determinada energía final de consumo. De esta forma, el cociente entre la energía primaria total y la energía final consumida, da como resultado el factor de paso de energía primaria para un determinado país.

4.2.3 Resumen

Los coeficientes de paso sirven para cuantificar el consumo de energía primaria y las emisiones de CO₂ a partir del consumo de energía final.

El consumo de energía primaria asociado al consumo de energía final se calcula con la siguiente fórmula:

$$C_{energía\ prim} (KWh) = C_{energía\ final} (KWh) * F_{paso\ energía\ primaria}$$

Este factor de paso será mayor o igual a la unidad, ya que lo mejor sería que para suministrar 1KWh de energía final, se consuma 1 KWh de energía primaria. El valor de este factor de paso depende del tipo de energía consumida y del sistema energético del país. Cuanto más pequeño sea este coeficiente, el sistema energético del país será más eficiente.

Para calcular las emisiones de CO₂, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Emisiones\ CO_2 = C_{energía\ final} * F_{paso\ emisión\ CO_2}$$

Este factor de paso mide la mayor o menor contaminación que produce el sistema energético de un país. El valor de este factor depende en gran medida de la fuente de energía primaria empleada para producir la energía final correspondiente. Por ejemplo si se emplea una fuente renovable como energía primaria, el factor de emisiones de CO₂ será muy inferior que en el caso en el que se emplee carbón.

A continuación se va a proceder a mostrar los factores de paso, de los distintos países de Europa.

4.3 España

Para la obtención de los factores de paso a energía primaria y de emisiones de CO₂, respecto a la energía eléctrica final consumida en España, se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- La energía en España (elaborado por la Secretaría de estado de Energía). De este documento se ha extraído: La generación eléctrica de España, el consumo de energía primaria (generación eléctrica) y el consumo de energía eléctrica final.
- Orden ITC/3801/2008: Donde se revisan los valores de pérdidas por transporte y distribución.
- Estadísticas y balances energéticos del ministerio de industria, energía y turismo. En concreto la producción nacional de energía eléctrica (GWh) y el consumo de energía primaria en la generación de energía eléctrica.

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo en su publicación sobre la energía en España, muestra el mix energético diferenciando las zonas geográficas denominadas Península, Baleares, Canarias y Ceuta y Melilla. Es importante tenerlo en cuenta porque va a haber distintos factores de paso en función si hacemos referencia a todo el territorio español, o solo al de la península [22].

1) Factores de paso de energía final de consumo a energía primaria (E. final eléctrica)

Tabla 4.10. Factores de conversión de energía final de consumo a energía primaria en España. Elaboración propia. Fuente: IDAE

| | Factores de conversión de energía final a energía primaria | | |
|-------------------|--|--|---------------------------------------|
| | KWh (E. Primaria renovable)/KWh (E.final) | KWh (E. Primaria no renovable)/KWh (E.final) | KWh (E. Primaria Total)/KWh (E.final) |
| Nacional | 0,396 | 2,007 | 2,403 |
| Peninsular | 0,414 | 1,954 | 2,368 |
| Extrapesininsular | 0,075 | 2,937 | 3,011 |
| Baleares | 0,082 | 2,968 | 3,049 |
| Canarias | 0,07 | 2,924 | 2,994 |
| Ceuta y melilla | 0,072 | 2,718 | 2,79 |

De este modo, sabiendo la energía final de consumo, a través de los factores de paso podemos calcular de forma sencilla, la energía primaria consumida de fuentes renovables, de no renovables y la total.

2) Factores de emisiones de CO₂

Tabla 4.11. Factores de emisión de CO₂ en España. Elaboración propia. Fuente: IDAE

| Factores de emisión de CO ₂ | |
|--|-------------------------------------|
| | kg (CO ₂)/KWh (E.final) |
| Nacional | 0,357 |
| Peninsular | 0,331 |
| Extraperinsular | 0,833 |
| Baleares | 0,932 |
| Canarias | 0,776 |
| Ceuta y Melilla | 0,721 |

El factor de conversión de energía final a emisiones de CO₂ (tCO₂/MWh) se obtiene a partir del factor de paso de energía final a energía primaria (MWh e.p/ MWh e.f) y el factor de emisión de CO₂ específico de cada combustible según su factor de oxidación (tCO₂/MWh).

Para finalizar mostraremos en una tabla resumen los datos más significativos:

Tabla 4.12. Resumen factores de paso en España. Elaboración propia. Fuente: IDAE

| | Factores de conversión de energía final a energía primaria | | | Factores de emisión de CO ₂ |
|-----------------|--|--|---|--|
| | KWh (E. Primaria renovable)/KWh (E.final) | KWh (E. Primaria no renovable)/KWh (E.final) | KWh (E. Primaria Total)/KWh (E.final) | kg (CO ₂)/ KWh (E.final) |
| Peninsular | 0,414 | 1,954 | 2,368 | 0,331 |
| Extraperinsular | 0,075 | 2,937 | 3,011 | 0,833 |

3) Factores de paso de energía final de consumo a energía primaria (resto de energías finales)

A continuación se mostrarán en la siguiente tabla los factores de paso para el resto de formas de energía final en España para la zona de la península. Como ya se comentó anteriormente, tienen valores muy próximos a uno y por ello no habrá grandes diferencias entre la energía final de consumo y energía primaria [22].

Tabla 4.13. Factores de paso para distintos tipos de energía final en España. Elaboración propia. Fuente: IDAE

| Tipo de energía | PEF total | PEF no renovable | Factor emisiones CO ₂ |
|------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|
| Electricidad | 2,368 | 1,954 | 0,331 |
| Gasóleo | 1,182 | 1,179 | 0,311 |
| GLP | 1,204 | 1,201 | 0,254 |
| Gas Natural | 1,195 | 1,19 | 0,252 |
| Carbón | 1,084 | 1,082 | 0,472 |
| Biomasa no densificada | 1,037 | 0,034 | 0,018 |
| Biomasa densificada | 1,113 | 0,085 | 0,018 |

Estos valores han sido aplicados desde el 14 de enero de 2016, siendo actualizado el documento de *Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria* publicado por el IDAE.

De entre los cambios más significativos, destaca la electricidad que pasa de 0.649 a 0.331 (kg CO₂/KWh), que supone una reducción de un 51 % en los gases de efecto invernadero. En cambio, el gas natural pasa de 0.204 a 0.252 (kg CO₂/KWh) lo que supondría un aumento del 23 %. El gasóleo para calefacción también es penalizado con respecto al factor anterior, en concreto un 8 %, pasando de 0.287 a 0.311 (kg CO₂/KWh). Esto implica una mejora sustancial en referencia a la calificación energética de las bombas de calor, con respecto a las calderas convencionales de gas natural [25].

Los programas utilizados en España para realizar las certificaciones energéticas de los edificios, (CALENER, CE3 y CE3X entre otros) ya cuentan con estos factores en sus últimas versiones.

4.4 Factor de conversión de energía final a energía primaria en el resto de países

Los valores de los factores de paso de energía final eléctrica consumida a energía primaria, establecidos por los distintos organismos responsables de cada país en el año 2016 son los siguientes:

- [26] **Alemania:** 1.8 (KWh e.p/KWh e.f)
- [27] **Francia:** 2.58 (KWh e.p/KWh e.f)
- [28] **Reino Unido:** 2.364 (KWh e.p/KWh e.f)
- [29] **Portugal:** 2.5 (KWh e.p/KWh e.f)
- [30] **Italia:** 2.42 (KWh e.p/KWh e.f)

El factor de paso establecido en Europa teniendo en cuenta todos los países que lo conforman es de **2.5** [31].

4.5 Factor de emisiones de CO₂ en el resto de países

A continuación se muestran los factores de emisiones de CO₂ (kg CO₂/KWh e.f) en el año 2016 para el resto de países objetos de estudio:

- [32] **Alemania:** 0.527 (kg CO₂/KWh)
- [27] **Francia:** 0.058 (kg CO₂/KWh)
- [28] **Reino Unido:** 0.398 (kg CO₂/KWh)
- [29] **Portugal:** 0.144 (kg CO₂/KWh)
- [30] **Italia:** 0.4332 (kg CO₂/KWh)

5. Metodologías y herramientas de la certificación energética en los países de la Unión Europea

5.1 Certificación energética en la Unión Europea

La Directiva de Eficiencia Energética de edificios (EPBD) “Energy Performance of Buildings Directive” es la principal norma europea dirigida a garantizar el cumplimiento de los objetivos de la UE, respecto a la edificación, en lo referente a las emisiones de gases efecto invernadero, del consumo y eficiencia energética y de generación de energía a partir de fuentes renovables. Esto lo lleva a cabo combinando elementos de carácter preceptivo (obligando a los Estados miembros a establecer requisitos de eficiencia energética) e instrumentos de carácter informativo (como pueden ser la emisión de los certificados de eficiencia energética). En ella se exige a cada país establecer unos requisitos mínimos de eficiencia energética en los edificios, pero son los propios estados miembros quienes deciden cuales, además de establecer sus propias metodologías de cálculo.

Los Estados miembros de la Unión Europea deben cumplir de manera efectiva con la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD). Uno de los requisitos impuestos por esta directiva es introducir certificados de eficiencia energética (EPC), que se requieren para cuando un edificio se construya, venda o alquile.

El certificado de eficiencia energética es un documento reconocido por un Estado Miembro, que indica el rendimiento energético de un edificio, calculado según una metodología que puede diferir para los distintos países.

La Directiva de Eficiencia Energética en Edificios establece varios requisitos generales que deben de ser adoptados en el esquema de los certificados de eficiencia energética, pero ofrece suficiente flexibilidad para que los distintos países ajusten estos requisitos a su contexto nacional.

Esto da como resultado una elevada heterogeneidad en los modelos de certificación aplicados, que se ve reflejado en el alcance de la certificación, la obligatoriedad, en la forma en que se presentan los resultados y en la finalidad de la certificación. Los límites de consumo energético son muy distintos entre los distintos países de la Unión Europea y también existen importantes diferencias en las estructura de las regulaciones energéticas en cuanto a:

- Indicador de eficiencia energético utilizado.
- Sistemas contemplados (Calefacción, ACS, Iluminación, Ventilación)
- Modulación de los umbrales permitidos (Con la compacidad, con el clima, con el tipo de energía utilizada).
- Modelos de evaluación empleados.

Aunque existan diferencias en los modelos de certificación, los objetivos principales de la certificación energética en la mayoría de los países de Europa, consisten en demostrar la calidad energética del edificio, aunque en muchos de ellos se limita a verificar el cumplimiento de la legislación vigente en el ámbito constructivo [33].

5.2 Fundamentos de los métodos de evaluación energética

Para la evaluación energética de los edificios se deberán analizar los siguientes conceptos [34]:

- Indicadores energéticos: Conjunto de variables con las que se evaluará o comparará la eficiencia energética de los edificios.
- Escenario de comparación: Conjunto de edificios que permiten comparar la eficiencia energética del edificio objeto de estudio.
- Escala de puntuación: En la que se le otorgará una determinada calificación al edificio teniendo en cuenta el escenario de comparación.

5.2.1 Indicadores de eficiencia energética

La eficiencia energética de un edificio se determina calculando o midiendo el consumo de energía necesario para satisfacer la demanda energética anual del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, y se expresa de forma cuantitativa a través de indicadores, con los que se clasifica el edificio objeto de estudio en una escala, que varía de mayor a menor eficiencia. Es una herramienta muy útil, ya que a través de un único parámetro, se resume gran parte de la información energética del edificio.

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar los motivos de un buen o mal comportamiento energético del edificio y proporcionan información útil sobre aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento.

Existen dos tipos de indicadores energéticos [35] en función de lo que se quiera evaluar. Por un lado tenemos el indicador energético global, que es el que representa el consumo total energético del edificio, y por otro lado tenemos los indicadores parciales, cuyo objetivo es cuantificar la eficiencia un sistema específico del edificio. Para obtener estos indicadores, hay que tener en cuenta los coeficientes de paso a emisiones y a energía primaria, en función del tipo de energía utilizada.

Estos indicadores, en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtienen de la energía consumida que se ha necesitado para satisfacer las necesidades energéticas de la vivienda en unas condiciones climáticas determinadas, asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Se incluirá la energía consumida en: calefacción, refrigeración,

producción de agua caliente sanitaria y, en su caso, iluminación; a fin de mantener las condiciones de confort térmico, lumínico y una buena calidad del aire interior.

Los indicadores principales o globales de eficiencia energética que más se utilizan en los países de la Unión Europea son:

- Las emisiones anuales de CO₂ (kg CO₂/ m² de superficie útil).
- Consumo anual de energía primaria (kWh/m²año).

Dependiendo del país contarán con uno u otro como indicador principal. Además, existen una serie de indicadores complementarios de eficiencia energética que son los siguientes:

- Energía primaria no renovable anual (KWh/m²año).
- Energía primaria anual procedente de fuentes renovables (KWh/m²año).
- Porcentaje de energía primaria anual procedente de fuentes de energías renovables respecto a la energía primaria total anual.
- Energía primaria total anual desagregada por usos de calefacción, refrigeración, producción de agua corriente sanitaria e iluminación (KWh/m² año).
- Demanda energética anual de calefacción (KWh/m²año).
- Demanda energética anual de refrigeración (KWh/m²año).
- Las emisiones anuales de CO₂ desagregadas por servicios.

5.2.2 Metodología

Dependiendo de la tipología del edificio y del país donde se vaya a realizar el certificado energético, existirán diferencias en cuanto al método empleado para la obtención de los indicadores energéticos. El consumo energético se puede calcular de forma **teórica** o a través de **medidas realizadas en el propio edificio** [6]:

- **Forma teórica:** Se calculará el consumo de energía de forma teórica, estimando unas condiciones ocupacionales y funcionales del edificio, así como las características de los sistemas de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación. Estas estimaciones se realizarán a través de programas informáticos que simularán el comportamiento del edificio para calcular la cantidad de energía que consumen. Estos programas tendrán en cuenta todos los factores que influyen en el consumo de energía del edificio, como la geometría, la calidad de la epidermis, la orientación, las características

ocupacionales y funcionales, el clima y la eficiencia de las instalaciones energéticas (climatización, refrigeración, ACS, iluminación, etc). El método de cálculo empleado por estos programas deberá utilizar como motor de cálculo una herramienta de simulación validada por la Agencia Internacional de la Energía.

- **Mediciones en el edificio:** En este caso, el procedimiento nos da una medida del comportamiento real y actual del edificio, evaluando sus calidades constructivas, las calidades de sus servicios, el patrón de uso que se le dé al edificio y el clima real en el que se encuentre. De esta forma, analizamos el comportamiento real y no se realizan simulaciones con programas informáticos.

Hay algunos países que dependiendo de las características y tipología de los edificios combinan ambos métodos como en Alemania, Irlanda o Finlandia.

Existen ventajas e inconvenientes a la hora de elegir un método u otro, pero una de las más significativas es que, mediante el método de simulación para obtener el consumo de forma teórica, nos permite la estimación de potenciales de ahorro a través de variaciones de los parámetros de entrada al modelo de cálculo. Con el método de las medidas no tenemos esta posibilidad, aunque bien es cierto que con este método se informa del consumo real del edificio.

Otra de las ventajas del método de simulación es la posibilidad de proporcionarnos un desglose del consumo del edificio por usos, mientras que las medidas solo nos proporcionan resultados totales, que tendrían que ser posteriormente desagregadas con la información disponible acerca de las características del edificio y de su régimen de funcionamiento. Sin embargo, el desglose proporcionado por la simulación puede ser poco realista, ya que usa patrones de funcionamiento y ocupación estándares, que pueden ser muy distintos a las condiciones reales en las que se encuentre el edificio.

5.2.3 Escenario de comparación

Cuando ya se ha elegido la variable de calificación energética, el siguiente paso es establecer el conjunto de valores que permitan obtener el marco de referencia necesario para las evaluaciones. Es de vital importancia establecer un adecuado escenario de comparación para el correcto desarrollo de todo el proceso de evaluación.

Existen dos tipos de referencia [6]:

- **Referencia interna:** Este tipo de referencia se emplea para comparar el mismo edificio objeto de estudio consigo mismo, en unas circunstancias diferentes a las que se encuentra. Por ejemplo, es una buena forma para comparar el consumo de un mismo edificio con distintas características ocupacionales y funcionales, o a la hora de evaluar el impacto de las

mejoras establecidas en un edificio, comparando el consumo antes y después de establecer dichas mejoras.

- **Referencia externa:** Servirá para evaluar el comportamiento energético de un edificio en relación con la población de edificios de similares características. Este tipo de referencia será la que se utilice para la certificación energética de edificios.

Los dos posibles tipos de escenarios de comparación son los siguientes:

- Escenario a partir de datos estadísticos: Se comparará el consumo del edificio objeto de estudio con una distribución de consumos característica de ese edificio. De esta forma se puntuará al edificio en función del porcentaje de edificios que tengan un consumo de energía por encima de él. Para este tipo de escenario de comparación, es necesario la monitorización de los datos de consumo de todos los edificios.
- Escenario a partir de edificios de referencia: Se establecen edificios de referencia para comparar el consumo de energía del edificio objeto de estudio. Hay sistemas que califican en función del umbral, por lo que solo sería necesario establecer la referencia mínima y otros que evalúan en función de la posición que ocupe el edificio entre el valor mínimo admisible y máximo posible.
El número de edificios de referencia utilizados para la comparación, puede variar desde un edificio tipo hasta un conjunto de edificios que sirvan como base para generar un conjunto de valores representativo.

5.2.4 Escala de puntuación

Todas las metodologías de certificación energética de los distintos países presentan una caracterización cuantificada del edificio evaluado. En algunos de ellos, se incorporan medidas de mejoras energéticas con el objetivo de reducir el consumo final. Sin embargo, la calificación final que obtenga el edificio, debe de sintetizarse y se le otorgará una puntuación dentro de una escala.

Una de las posibilidades consiste en asignar al edificio objeto de estudio una puntuación que represente su calificación frente a otros edificios con el mismo grado de similitud y que se encuentre en la misma zona climática [36].

5.3 Certificación energética en España

5.3.1 Normativa Española

España ha sido uno de los países que más tarde se ha comprometido en los aspectos de certificación energética en edificios. A finales de los años setenta, se aprobó por el **Real Decreto 2429/79** la **Normativa Básica sobre Edificación NBE-CT-79** [37] sobre condiciones térmicas en los edificios. En ella se definían los coeficientes de transmisión térmica global del edificio KG, de tal forma que se establecía un valor del KG máximo permitido en función de la zona en la que se encontraba el edificio.

Esta norma no tenía en consideración a las instalaciones térmicas de los edificios, por lo que más adelante entró en vigor el **Real Decreto 1618/1980** [38], que aprobó el Reglamento de Instalaciones de Calefacción y Agua Caliente Sanitaria, con el objetivo de reducir el consumo energético de las instalaciones.

Sin embargo, este reglamento se derogó al aprobarse por el **Real Decreto 1751/1998** [39], el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

En el año 2000 entró en vigor la **Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE)** [40]. Con esta Ley se establece una serie de obligaciones esenciales en el proceso de la edificación. A demás los edificios deberán cumplir unos requisitos relativos a la funcionalidad, a la seguridad y a la habitabilidad.

Posteriormente, en 2006 se aprobó por el **Real Decreto 314/2006** [19] el **Código Técnico de la Edificación (CTE)**, en el que se incluyen todos los aspectos legales para el proceso de construcción de las viviendas nuevas. Este documento recoge todas las exigencias de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y de sus instalaciones, aportando alternativas con el objetivo de conseguir edificios más eficientes energéticamente.

El CTE se divide en dos partes. En la primera se detallan todas las exigencias en materia de seguridad y de habitabilidad que son preceptivas a la hora de construir un edificio, según la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).

La segunda parte está formada por los Documentos Básicos que son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en la primera parte del CTE. Estos documentos contienen los límites y la cuantificación de las exigencias básicas y una relación de medidas que permiten cumplir las exigencias. Entre los distintos Documentos Básicos de los que se compone el CTE, en este apartado cabe destacar el Documento Básico de Ahorro de la Energía (HE) [19], en el que se establecen las exigencias mínimas de los edificios en lo que a eficiencia energética se refiere. Está formado por:

- DB-HE 0: Limitación del consumo energético.
- DB-HE 1: Limitación de la demanda energética. En el que se establecen unos mínimos normativos para los aislamientos, prevención de condensaciones, protección solar de los huecos y estanqueidad de las ventanas.
- DB-HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- DB-HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. (Edificios sector terciario)
- DB-HE 4: Contribución solar mínima de ACS.
- DB-HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica (edificios sector terciario).

Se traspuso la Directiva 2002/91/CE mediante el **Real Decreto 47/2007** [41], en el que se hace obligatorio la certificación de eficiencia energética para todos los edificios de nueva construcción. Por lo tanto desde esta fecha, todas las viviendas de nueva construcción deberán tener un certificado de eficiencia energética. Debe de haber dos tipos de certificaciones:

- Certificado de eficiencia energética del proyecto: Incorporado al proyecto de ejecución del edificio.
- Certificado de eficiencia energética del edificio terminado: tiene que ser presentado por el promotor o el propietario al órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

En este mismo año, el 20 de Julio de 2007, el Real Decreto 1027/2007 aprobó el nuevo **RITE**, que se sitúa más próximo a la normativa del Código Técnico de edificación y de la Unión Europea. Las exigencias más destacadas en cuanto a eficiencia energética son las siguientes:

- Mayor aislamiento de las conducciones.
- Rendimientos más altos de los equipos de generación de calor y frío.
- Incrementar uso de energías renovables.
- Eliminación progresiva de los equipos menos eficientes y de combustibles contaminantes.
- Empleo de contadores de consumo para instalaciones colectivas.

- Mejor control para mantener las condiciones de diseño en los locales climatizados.

Tras la aparición de la Directiva 2010/31/UE, se hizo necesario trasponer el ordenamiento legislativo español. Por lo que se derogó el Real Decreto 47/2007 y se procedió a promulgar el **Real Decreto 235/2013** [42], ampliando la obligación de realizar las certificaciones de eficiencia energética a los edificios ya existentes y no solo a los de nueva construcción. De esta manera, a partir de ese momento, se tienen en cuenta los edificios existentes y los de nueva construcción a la hora de realizar las certificaciones de eficiencia energética.

Pero hubo la necesidad de modificar al Real Decreto 235/2013, y entró en vigor el nuevo **Real Decreto 564/2017** [43]. Este nuevo Decreto modifica al anterior en los siguientes tres apartados:

- La obligatoriedad que recae sobre los edificios de energía casi nula. Se establece que deberán ser edificios de consumo de energía casi nulo todos los edificios de titularidad pública que vayan a ser ocupados (a partir del 31-12-2018) y todos los edificios nuevos (a partir el 31-12-2020).
- Los edificios que quedan fuera del ámbito de la certificación energética. En este apartado, se amplia y detalla información a lo referente a edificios protegidos por razón arquitectónica o histórica. Y se especifica más información sobre la exclusión de aquellas zonas sobre edificaciones no residenciales, que no requieren unas condiciones térmicas de confort.
- Las obligaciones de la etiqueta energética en edificios protegidos oficialmente. Se crea una nueva disposición para obtener el certificado y obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios protegidos oficialmente.

Exigencias normativa eficiencia energética

- El documento básico sobre ahorro de energía del Código Técnico de Edificación (DB-HEO) [19] establece las limitaciones en cuanto al consumo de energía primaria no renovable para edificios nuevos del sector residencial. Estos valores dependerán de la zona climática de invierno y se muestran a continuación.

Tabla 5.1. Valor base y factor de corrección por superficie de consumo energético. Fuente CTE-HEO

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

El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio, no debe ser superior al valor límite $C_{ep,lim}$, que se obtiene de la siguiente expresión:

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

Donde:

$C_{ep,lim}$: es el valor límite de consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS.

$C_{ep,base}$: es el valor base de consumo energético de energía primaria no renovable, que depende de la zona climática de invierno donde se encuentre el edificio.

$F_{ep,sup}$: es el factor de corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable.

S : es la superficie útil de los espacios habitables del edificio.

En el caso de edificios destinados a otros usos, el consumo de energía primaria no renovable debe de ser igual o superior a la clase B.

- Por otro lado el DB-HE1 establece las limitaciones para edificios nuevos de uso residencial en cuanto a la demanda energética de calefacción que viene marcado por el valor base y por el factor de corrección. Estos valores dependen de la zona climática donde se encuentre el edificio y del uso previsto.

Tabla 5.2. Valor base y factor de corrección de la demanda energética de calefacción. Fuente: CTE-HE1

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

La demanda energética de calefacción del edificio no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ que se obtiene de la siguiente manera:

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

Donde:

$D_{cal,lim}$: es el valor límite de la demanda energética de calefacción (kW h/m²).

$D_{cal,base}$: es el valor base de la demanda energética de calefacción, en función de la zona climática en la que se encuentre el edificio (tabla 2).

$F_{cal,sup}$: es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción (tabla 2).

S : es la superficie útil de los espacios habitables del edificio.

En el caso de demanda energética de refrigeración, no se puede superar el valor límite de 15 kWh/m² año para las zonas climáticas de verano 1, 2, 3 y 20kWh/m² año para la zona climática de verano 4.

Para concluir con las exigencias de normativa de eficiencia energética, se van a mostrar los valores de transmitancias térmicas máximas y de permeabilidad del aire en diversos elementos de edificación para los edificios de nueva construcción.

Tabla 5.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: CTE-HE1

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

Tabla 5.4 valor de transmitancia térmica ($W/m^2 K$) límite de particiones interiores, cuando delimitan unidades de distinto uso, zonas comunes y medianerías. Fuente: CTE-HE1

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

Tabla 5.5 Valor de transmitancia ($W/m^2 K$) térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso. Fuente: CTE-HE1

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

5.3.2 Certificado energético

Este modelo de certificado energético se encuentra en el documento “Modelo de certificado de eficiencia energética”, el cual ha sido publicado por el IDAE.

5.3.2.1 Edificios que deben certificarse

Hay una serie de edificios en los que es obligatoria su certificación, pero otros están exentos de ello.

Los edificios que deben certificarse según el artículo 2.1 del Real Decreto 235/2013 [43] son:

- Los edificios de nueva construcción.
- Edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie superior a 250 metros cuadrados y que sean frecuentados por público.
- Edificios que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario cuando no se cuente con un certificado en vigor.

En cambio, los edificios que se excluyen son:

- Edificios y monumentos que estén protegidos oficialmente.
- Edificios para reformas o demolición.
- Edificios cuyo uso no sea superior a 4 meses por año, con un consumo previsto de energía inferior al 25% de lo que resultaría de su utilización durante todo el año.

- Edificios de culto.
- Edificios industriales, agrícolas o de defensa.
- Construcciones provisionales con un plazo de utilización inferior a dos años.
- Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².

5.3.2.2 Contenido del certificado energético

El certificado de eficiencia energética [44] en España debe contar con:

- Identificación del edificio incluyendo su referencia catastral.
- Descripción de las características técnicas del edificio:
 - 1) Envolvente térmica.
 - 2) Instalaciones térmicas y de iluminación.
 - 3) Calidad del aire interior.
 - 4) Condiciones de confort térmico.
 - 5) Condiciones normales de ocupación y funcionamiento.
- Indicación del procedimiento reconocido utilizado, para obtener la calificación de eficiencia energética (Software informático utilizado).
- Indicación de la normativa en la que se basa de acuerdo al momento de su construcción.
- Calificación de eficiencia energética expresada en la etiqueta.
- Cumplimiento de requisitos medioambientales de las instalaciones.
- Documento de recomendaciones para mejorar la eficiencia energética del edificio, garantizando que sean viables.
- Pruebas y comprobaciones llevadas a cabo.

Este certificado se estructura en seis páginas [45]. Una primera página con información general del edificio y cuatro anexos:

- **Primera página:** Contiene todos los datos necesarios para la identificación del edificio (Dirección, zona climática, provincia, referencia catastral, etc) Además, también se indica el tipo de edificio que se va a certificar (edificio de nueva construcción o edificio existente) y el sector al que está dirigido (vivienda o terciario). Posteriormente se encuentran los datos del técnico certificador y la calificación energética que se ha obtenido de la vivienda.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | |
|---|--------------------|
| Nombre del edificio | |
| Dirección | |
| Municipio | Código Postal |
| Provincia | Comunidad Autónoma |
| Zona climática | Año construcción |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | |
| Referencia catastral | |

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción | <input type="checkbox"/> Edificio Existente |
| <input type="checkbox"/> Vivienda | <input type="checkbox"/> Terciario |
| <input type="checkbox"/> Unifamiliar | <input type="checkbox"/> Edificio completo |
| <input type="checkbox"/> Bloque | <input type="checkbox"/> Local |
| <input type="checkbox"/> Bloque completo | |
| <input type="checkbox"/> Vivienda individual | |

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | |
|--|--------------------|---------|
| Nombre y Apellidos | | NIF/NIE |
| Razón social | | NIF |
| Domicilio | | |
| Municipio | Código Postal | |
| Provincia | Comunidad Autónoma | |
| e-mail: | Teléfono | |
| Titulación habilitante según normativa vigente | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | | |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² ·año] | | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² ·año] | |
|--|---------|--|---------|
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |

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: ___/___/___

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: ___

Imagen 5.1 Primera página certificado de eficiencia energética en España. Fuente IDAE

- **Anexo I:** 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.

**ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]

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

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|--------|------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| | | | | |
| | | | | |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención, Transmitancia | Modo de obtención, Factor solar |
|--------|------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

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

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Fecha (se genera de documento) XXXXXXXX

Demanda diaria de ACS a 65°C (litros/día)

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

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

| Nombre | Tipo | Potencia calor [kW] | Potencia frío [kW] | Rendimiento estacional calor [%] | Rendimiento estacional frío [%] |
|---------|------|---------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| TOTALES | | | | | |

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

| Nombre | Tipo | Servicio asociado | Consumo de energía [kWh/año] |
|---------|------|-------------------|------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| TOTALES | | | |

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

| Nombre | Tipo | Servicio asociado | Consumo de energía [kWh/año] |
|---------|------|-------------------|------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| TOTALES | | | |

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio | Potencia instalada [W/m ²] | VEEI [W/m ² ·100lux] | Iluminancia media [lux] | Modo de obtención |
|---------|--|---------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| TOTALES | | | | |

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio | Superficie [m ²] | Perfil de uso |
|---------|------------------------------|---------------|
| | | |
| | | |
| TOTALES | | |

6. ENERGÍAS

Térmica

| Nombre | Consumo de Energía Final cubierto en función del servicio asociado [%] | | | Demanda de ACS cubierta [%] |
|---------------------|--|---------------|-----|-----------------------------|
| | Calefacción | Refrigeración | ACS | |
| Paneles solares | | | | |
| Caledera de biomasa | | | | |
| TOTAL | | | | |

Eléctrica

| Nombre | Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año] |
|--------------------|--|
| Panel fotovoltaico | |
| TOTAL | |

Imagen 5.2. Anexo I del certificado de eficiencia energética en España. Fuente IDAE

- **Anexo II:** En este anexo se indica la calificación energética del edificio en emisiones de CO2 y en consumo de energía primaria no renovable. Además también se muestran una serie de indicadores parciales para calefacción, ACS, refrigeración e iluminación.

**ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

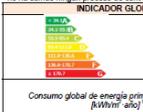
| Zona climática | Uso | | |
|--|---|--|--|
| 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES | | | |
| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | |
|  Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² ·año] | CALEFACCIÓN | ACS | |
| | Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año] | Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año] | |
| | REFRIGERACIÓN | ILUMINACIÓN | |
| | Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año] | Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año] | |
| | kgCO ₂ /m ² ·año | kgCO ₂ /año | |
| Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico | | | |
| Emisiones CO ₂ por otros combustibles | | | |
| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | |
|  Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] | CALEFACCIÓN | ACS | |
| | Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año] | Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año] | |
| | REFRIGERACIÓN | ILUMINACIÓN | |
| | Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año] | Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año] | |
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN | | |
|  Demanda de calefacción [kWh/m ² ·año] |  Demanda de refrigeración [kWh/m ² ·año] | | |

Imagen 5.3. Anexo II del certificado de eficiencia energética en España. Fuente IDAE

- **Anexo III:** Aquí aparecen las recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

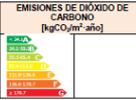
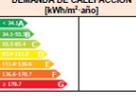
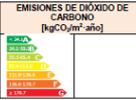
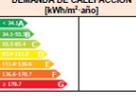
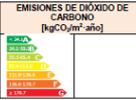
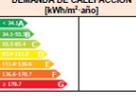
| Denominación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------|---|---|--------------------------------------|-------|---|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="2">CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m²·año]  </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO₂/m²·año]  </td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m²·año]  </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m²·año]  </td> </tr> </table> | CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL | | CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² ·año]  | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² ·año]  | CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES | | DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² ·año]  | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² ·año]  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² ·año]  | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² ·año]  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² ·año]  | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² ·año]  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS TÉCNICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Indicador</th> <th>Calefacción</th> <th>Refrigeración</th> <th>ACS</th> <th>Iluminación</th> <th>Total</th> </tr> <tr> <th>Valor Medida a aplicar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consumo Energía fra [kWh/m²·año]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m²·año]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emisiones de CO₂ [kgCO₂/m²·año]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Demanda [kWh/m²·año]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, así como los coeficientes de corrección de las condiciones energéticas. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y otros históricos de consumo del edificio.</p> | Indicador | Calefacción | Refrigeración | ACS | Iluminación | Total | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Consumo Energía fra [kWh/m ² ·año] | | | | | | Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] | | | | | | Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² ·año] | | | | | | Demanda [kWh/m ² ·año] | | | | | |
| Indicador | | Calefacción | Refrigeración | ACS | Iluminación | Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | Valor Medida a aplicar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consumo Energía fra [kWh/m ² ·año] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² ·año] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda [kWh/m ² ·año] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) (Según anexo ...) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coste estimado de la medida | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Otros datos de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Imagen 5.4. Anexo III del certificado de eficiencia energética en España. Fuente IDAE

- **Anexo IV:** Se describen las pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

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

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

| |
|--|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador |
|--|

Imagen 5.5. Anexo IV del certificado de eficiencia energética en España. Fuente IDAE

5.3.2.3 Validez del certificado energético

Según el artículo 11 del Real Decreto [45], el certificado de eficiencia energética tendrá una validez de diez años.

El órgano competente será el que se encargue de establecer las condiciones necesarias para la renovación de este certificado.

Y en cuanto a la renovación y la actualización del certificado, el responsable será el propietario del edificio, que podrá hacerlo de forma voluntaria si existen variaciones importantes en el edificio que puedan modificar el certificado.

5.3.2.4 Etiqueta eficiencia energética

Incluir la etiqueta energética [46] del edificio en cualquier operación de compra, venta o alquiler del edificio es de obligado cumplimiento. También se deberá especificar si se refiere al certificado del proyecto o al edificio terminado.

Será necesario la exhibición de la etiqueta energética, en un lugar bien visible para el público en los siguientes casos:

- Edificios ocupados por una autoridad pública con gran afluencia de personas, y con una superficie útil superior a 250 m².
- Edificios de titularidad privada con gran afluencia de público, y con una superficie superior a 500 m².

En los demás casos en instituciones públicas, la exhibición de la etiqueta será opcional.

La etiqueta de eficiencia energética en España será la siguiente:



Imagen 5.6. Etiqueta energética en España. Fuente IDAE

La etiqueta medirá al menos 190mm de ancho y 270 mm de alto, con un fondo blanco.

A continuación [35] se detallará los distintos elementos que se pueden encontrar en la etiqueta:

- 1) Reborde de la esquina: Verde para edificios terminados y naranja para los proyectos en desarrollo.
- 2) Esquina de la etiqueta: Verde para edificios terminados y naranja para los proyectos en desarrollo.
- 3) Borde inferior de la etiqueta: Verde para edificios acabados y naranja para los proyectos en desarrollo.
- 4) Cabecera de la etiqueta
- 5) Título de la etiqueta: verde (edificios terminados) y naranja (proyectos)
 - 1ª línea : " CALIFICACIÓN ENERGÉTICA "
 - 2ª línea: "DEL EDIFICIO TERMINADO"
- 6) Código BIDI
- 7) Datos del edificio: Donde se indica la normativa vigente en el momento de la construcción del edificio, la referencia catastral, el tipo de edificio, la dirección, el municipio, el código postal y la comunidad autónoma.
- 8) Escala de la calificación energética, que se mide en dos valores: Consumo de energía, expresado en KWh/m²año (Determina la energía primaria que consume un inmueble para alcanzar los niveles estándar de confort) y

emisiones de CO₂ en kg CO₂/m²año (Mide las emisiones de CO₂ anuales que se pueden verter a la atmósfera con el uso del inmueble).

9) Escala de A (más eficiente) a B (menos eficiente): A la derecha de cada nivel se especifica el consumo de energía (KWh/m²año) y emisiones (kg CO₂/m² año), en función de cada tipo de edificio.

10) Consumo y emisiones.

11) Número de registro: En el que se incluye la fecha hasta la que es válida la certificación. Este número lo emite el registro competente de cada comunidad Autónoma y es imprescindible para que la etiqueta tenga validez. La fecha de validez es de diez años desde la fecha de emisión del certificado de eficiencia energética.

12) Pie de etiqueta.

13) Logotipo de la Unión Europea.

5.3.2.5 Registro

El registro del certificado energético es obligatorio en el proceso de certificación energética. Así lo estipula el Real Decreto 564/2017 [45].

Para que el certificado energético del edificio sea válido, se debe registrar en la comunidad autónoma correspondiente. Este proceso de registro es distinto en cada comunidad autónoma, tanto en la fórmula como en el coste.

En ocho comunidades autónomas no se aplica ninguna tasa al trámite del registro, estas son: Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Canarias, Madrid, Navarra y País Vasco. En el resto de comunidades autónomas si se aplican tasas al trámite de registro del certificado energético.

Es aconsejable que el encargado de realizar el registro del certificado energético sea el técnico certificador como representante del propietario del inmueble (aunque no es obligatorio que sea él), debido a que el proceso puede ser complicado para aquellos que no están familiarizados con el tema.

Una vez se ha realizado el registro del certificado energético, se obtiene la etiqueta energética. Esta es la encargada de resumir el contenido del certificado energético de manera gráfica y sencilla.

5.3.2.6 Inspección

El encargado de realizar las inspecciones para comprobar si se cumplen las obligaciones de la certificación energética, es el órgano competente de la comunidad Autónoma correspondiente.

Esta inspección puede resultar válida si se cumple lo establecido en la normativa, o denegada si se encuentra alguna infracción. En ese caso lo que el Real Decreto propone son dos sanciones:

- 1) Infracción en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios, que se sancionará conforme a la Ley 8/2013.
- 2) Infracción en materia de defensa de los consumidores y usuarios, conforme al artículo 49.1 de la Ley General de defensa de los consumidores y usuarios.

5.3.3 Procedimiento de cálculo de la calificación de eficiencia energética

La eficiencia energética de un edificio para unas condiciones normales de ocupación y funcionamiento, se determina midiendo el consumo de energía necesaria para satisfacer la demanda energética del edificio (calefacción, refrigeración y ACS) y de iluminación en el caso de edificios del sector terciario, bien de forma detallada o bien de forma simplificada [35].

La calificación energética de un edificio se puede expresar de forma cualitativa o cuantitativa de distintas formas: (indicadores, índices, calificación o letras de una escala que varía de mayor a menor eficiencia). Lo más común es expresar la calificación energética en función de letras e indicadores que den información relevante a los usuarios de los edificios expresable de forma sintética en una etiqueta energética.

La metodología de cálculo contempla el cálculo de consumo de energía final hora a hora mediante el cómputo de la demanda horaria y del rendimiento medio horario de los sistemas que cubren las necesidades del edificio. Además es necesario que se cumpla el nivel mínimo de modelización exigido en el documento Básico DB-HE del CTE.

Los sistemas de cálculo deben considerar los siguientes aspectos del edificio:

- Orientación, diseño y emplazamiento del edificio.
- Condiciones ambientales exteriores e interiores.
- Características térmicas de los cerramientos (hay que tener en cuenta la capacidad térmica, aislamiento, calefacción pasiva..)
- Sistemas solares pasivos y protección solar.
- Ventilación (manual y mecánica).
- Iluminación interior artificial.
- Iluminación natural.

- Instalaciones térmicas de los edificios individuales y colectivos y sistemas de calefacción urbana (incluye las características de aislamiento de las tuberías).
- Electricidad producida por cogeneración.
- Sistemas de calefacción o de producción de electricidad basados en fuentes de energía renovables.

Condiciones normales de funcionamiento y ocupación

El cálculo de la calificación de eficiencia energética se realizará considerando unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación del edificio. Estas condiciones normales, consideradas para todo el cálculo de la calificación de eficiencia energética, están basadas en las solicitaciones interiores, exteriores, en las condiciones operacionales y en las condiciones normales de ocupación del edificio, en función de los distintos usos de este.

Cálculo del consumo y demanda energética

La metodología de cálculo deberá contemplar el cálculo del consumo de energía final hora a hora, mediante el cálculo de la demanda horaria y el cálculo del rendimiento medio horario de los sistemas que cuben las necesidades.

5.3.3.1 Indicadores energéticos

La calificación energética se expresa por medio de indicadores que explican los motivos de un buen o mal comportamiento energético y son útiles para buscar posibles soluciones a la hora de mejorar dicho comportamiento [35].

Estos indicadores, son en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtendrán de la energía consumida por el edificio para satisfacer las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, entre las cuales estarán: la energía consumida en calefacción, la ventilación, producción de agua corriente sanitaria, refrigeración e iluminación. Con el objetivo de que se cumplan unas condiciones de confort térmico y lumínico y calidad de aire interior.

Cada país determinará cuál es el indicador principal o global. En España, el **indicador energético global** o principal será el correspondiente a las **emisiones anuales de CO₂** (kg por m² de superficie útil del edificio). En la etiqueta energética, además de este indicador que será con el que se califica el edificio que se está estudiando, aparecerá también la energía primaria anual no renovable (KWh/m² año). Existen una serie de indicadores complementarios, que según el documento “Metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética” publicado por el IDEA son los siguientes:

- a) Energía primaria no renovable anual (KWh/m²año).
- b) Energía primaria total anual (KWh/m²año).
- c) Porcentaje de energía primaria anual que proviene de fuentes renovables respecto a la energía primaria total.
- d) Energía primaria anual procedente de fuentes renovables (KWh/m²año).
- e) Energía primaria total anual desagregada por calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria e iluminación (KWh/m²año).
- f) Demanda energética anual de calefacción (KWh/m²año).
- g) Demanda energética anual de refrigeración (KWh/m²año).
- h) Emisiones anuales de CO₂ (kg/m²año).

Estos indicadores complementarios permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento del edificio y proporcionan, por tanto, información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer medidas de mejora de dicho comportamiento.

5.3.3.2 Edificio de referencia y edificio de estudio

Dependiendo del programa que se utilice para la certificación energética del edificio y del tipo de edificio que se quiera certificar, será necesario en algunos casos establecer un edificio de referencia con el que se comparará el consumo energético.

En estos casos, se comparará el consumo de energía del edificio que se desea certificar, con el del edificio de referencia de similares características [47].

El edificio que se desea certificar se considera tal cual ha sido proyectado en geometría, instalaciones y orientación.

En cuanto al edificio de referencia, hay que tomar uno que sirva de base para la comparación con el edificio a certificar. Este edificio debe de contar con las siguientes características:

- Debe tener la misma forma y tamaño que el edificio a certificar.
- Misma zonificación interior y cada zona debe de tener el mismo uso.
- Mismos obstáculos remotos del que se quiere certificar.
- Mismo nivel de iluminación, con un sistema de iluminación que cumpla los requisitos de eficiencia energética que se encuentran en la sección HE-3. (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del código técnico de edificación).
- Elementos constructivos (fachada, suelo y cubierta) que garanticen los requisitos de eficiencia energética que se encuentran en la sección HE-1. (Limitación de demanda energética del código técnico de Edificación).
- Instalaciones térmicas que cumplan los requisitos de eficiencia energética que se encuentran en la sección HE-2 (rendimiento de las instalaciones

térmicas del RITE) y en la sección HE-4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código Técnico de Edificación).

- En los casos que según el Código Técnico de la Edificación lo exija, la contribución solar fotovoltaica mínima de energía eléctrica, según la sección HE-5.

Es requisito indispensable que el edificio objeto se compare con otro de referencia que pertenezca a la misma zona climática.

5.3.3.3 Escala y calificación

De esta manera, la calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente a los índices de calificación de eficiencia energética obtenidos, dentro de una escala de 7 letras, que van desde la A (que correspondería al edificio más eficiente) a la letra G (correspondiente al edificio menos eficiente) [35].

Los índices de calificación de eficiencia energética se calcularán de la siguiente manera:

- *Índice de calificación edificios nuevos (sector residencial)*

$$C1 = \frac{\left(\frac{I_0}{\bar{I}_r} R\right) - 1}{2(R - 1)} + 0.6$$

- *Índice de calificación edificios existentes (sector residencial)*

$$C2 = \frac{\left(\frac{I_0}{\bar{I}_s} R'\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0.5$$

- *Índice de calificación para edificios del sector terciario*

$$C = \frac{I_0}{\bar{I}_r}$$

Donde:

- I_0 : Emisiones anuales de CO₂ ó consumo anual de energía primaria no renovable del edificio. Limitada a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.
- \bar{I}_r : Valor medio de emisiones anuales de CO₂ o consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, de los edificios nuevos de viviendas que cumplan con el Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la edificación.

- R : Ratio entre el valor de \bar{I}_r y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% de los edificios nuevos de viviendas que cumplan con el Documento Básico de ahorro de la energía del Código Técnico de la edificación.
- \bar{I}_s : Valor medio de las emisiones anuales de CO₂ o el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado.
- R' : Ratio entre \bar{I}_s y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado.

Escalas de eficiencia energética

a) Edificios destinados a vivienda

Los edificios destinados a viviendas se clasificarán energéticamente según la tabla I, según el valor de los índices obtenidos explicados anteriormente [35].

Tabla 5.6. Calificación de eficiencia energética para edificios residenciales. Fuente IDAE

| Calificación del edificio | Índices de calificación |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| A | $C1 < 0,15$ |
| B | $0,15 \leq C1 < 0,5$ |
| C | $0,5 \leq C1 < 1,0$ |
| D | $1,0 \leq C1 < 1,75$ |
| E | $C1 > 1,75$ Y $C2 < 1,0$ |
| F | $C1 > 1,75$ Y $1,0 \leq C2 < 1,5$ |
| G | $C1 > 1,75$ Y $1,5 \leq C2$ |

b) Edificios destinados a otros usos

Los edificios destinados a otros usos, se clasificarán energéticamente según la tabla II, en función de los valores de los índices obtenidos anteriormente [35].

Tabla 5.7. Calificación de eficiencia energética para edificios no residenciales. Fuente IDAE

| Calificación del edificio | Índices de calificación |
|---------------------------|-------------------------|
| A | $C < 0,4$ |
| B | $0,4 \leq C < 0,65$ |
| C | $0,65 \leq C < 1$ |
| D | $1 \leq C < 1,3$ |
| E | $1,3 \leq C < 1,6$ |
| F | $1,6 \leq C < 2$ |
| G | $2 \leq C$ |

Este índice de calificación (C), para este tipo de edificios es el cociente entre las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio que se desea certificar y las emisiones de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia.

5.3.3.4 Desnormalización

Al introducir los datos relativos al edificio que se quiere certificar en el software correspondiente, se obtendrán unos valores que determinarán la calificación energética del edificio.

Esta calificación, corresponde con un valor del indicador energético obtenido con el programa utilizado. Por lo que no se corresponde con los valores de la escala comentada anteriormente (índices de calificación), donde aparecían los valores de C1 y C2, los cuales eran adimensionales y no dependían del clima ni de la tipología del edificio.

Por esta razón, para establecer los **límites de las escalas**, se procederá al siguiente paso que se conoce como desnormalización. De esta manera las escalas de calificación energética dependerán de la zona climática en la que se encuentre el edificio y del tipo de vivienda (unifamiliar o plurifamiliar).

El primer paso es despejar de las fórmulas expuestas anteriormente, los cocientes de los Indicadores I [48] [49]:

$$\frac{I_0}{\bar{I}_r} = \frac{1 + (C1 - 0.6) * 2(R - 1)}{R}$$

$$\frac{I_0}{\bar{I}_r} = \frac{1 + (C2 - 0.5) * 2(R' - 1)}{R'}$$

El valor de estos coeficientes se le conoce como **IEE** o **indicadores de eficiencia energética**.

Como se pueden ver en las expresiones, los únicos parámetros que es necesario conocer para poder llevar a cabo la desnormalización son:

- **El valor del ratio (R y R')**: Estos ratios dependerán de la localidad, del concepto a evaluar (demanda de calefacción, de refrigeración, emisiones de calefacción, de refrigeración..) y del tipo de vivienda (unifamiliar o en bloque).
- **El valor del índice de calificación energético normalizado (C1 y C2)**: Estos valores dependerán del límite entre las clases que estemos considerando.

De esta forma, conociendo la ciudad de España en la que se encuentra el edificio, el tipo de edificio (viviendas familiares o en bloque) y el concepto a evaluar, obtenemos el valor del Ratio (R o R') gracias a las tablas proporcionadas por el IDAE.

El valor de C1 correspondiente para edificios de nueva construcción destinados a la vivienda en función del límite de escala que se quiera determinar será:

Tabla 5.8. Valores C1 para determinar escala calificación energética. Fuente IDAE

| Límites | C1 |
|---------|------|
| A-B | 0,15 |
| B-C | 0,5 |
| C-D | 1 |
| D-E | 1,75 |

De la misma manera el valor de C2 para edificios ya existentes en función del límite de escala que se quiere determinar será:

Tabla 5.9. Valores C2 para determinar escala calificación energética. Fuente IDAE

| Límites | C2 |
|---------|-----|
| E-F | 1 |
| F-G | 1,5 |

Se sustituirán los valores de los ratios (R) y C1 o C2 (en función del tipo del edificio), obteniendo el IEE.

De esta manera, al multiplicar los valores obtenidos de **IEE** por **los valores de referencia (indicadores de comportamiento energético de referencia para las distintas capitales de provincia)** (emisiones de calefacción, emisiones de

refrigeración, emisiones de ACS , emisiones totales o consumos de energía primaria) se obtienen los límites entre clases para la calificación de la demanda, emisiones y consumo de energía primaria de refrigeración, calefacción y agua corriente sanitaria, dependiendo del clima en el que se encuentre el edificio y el tipo de edificio.



Imagen 5.7. Resumen desnormalización. Fuente (<https://certificadosenergeticos.com>)

5.3.4 Herramientas en España

Los programas utilizados en España para la certificación energética de los edificios, se basan en obtener una estimación, mediante un procedimiento de cálculo estandarizado, del consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) y de las emisiones de dióxido de carbono (kgCO₂/m²año), teniendo en cuenta las condiciones de uso de los edificios, las condiciones climáticas de la zona geográfica en la que se encuentran, las características de los elementos constructivos y las características de los sistemas integrados [50].

Estos valores no corresponden con los consumos reflejados en las facturas energéticas aplicadas al consumo final, ya que en estas se incluyen el consumo de electrodomésticos y de la iluminación en los edificios residenciales, los cuales no se tienen en cuenta en el certificado.

Para el procedimiento de cálculo de la calificación energética en España existen dos posibles opciones:

A) Procedimiento simplificado

Este procedimiento se aplica a los edificios existentes y obtiene una estimación de menor rigor en el cálculo debido a que no cuenta con tanta información detallada respecto a las características constructivas del edificio ni de las instalaciones de los mismos.

Los procedimientos de cálculo reconocidos y utilizados para todo tipo de edificios existentes son el CE3 y CE3X, mientras que para edificios destinados al uso residencial se utilizará el programa CERMA, independientemente de que sean edificios nuevos o existentes.

B) Procedimiento general

Como procedimiento general, tenemos la herramienta unificada LIDER-CALENER, denominada **HULC**, y es válida para todo tipo de edificios nuevos y existentes, de viviendas o de servicios.

Está constituido por dos programas, el LIDER, para verificar las exigencias HE0 y HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE, y el CALENER, con el que se consigue la calificación energética del edificio. En función del tamaño del edificio y del uso al que esté destinado, existen dos versiones distintas del CALENER.

- Para edificios de viviendas y del sector terciario de pequeño y mediano tamaño, se utiliza la versión CALENER VYP
- Para edificios del sector terciario de grandes dimensiones se emplea el CALENER GT.

En la siguiente tabla se resumirán los programas utilizados para cada tipo de procedimiento y tipo de edificio.

Tabla 5.10. Resumen procedimiento utilizado en España

| | | Procedimiento simplificado | Procedimiento general | | |
|----------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-------|------|
| Edificios nuevos | Residencial | CERMA | CALENER VYP | LIDER | HULC |
| | Otros usos | * | CALENER GT | | |
| CALENER VYP | | | | | |
| Edificios existentes | Residencial | CE3 | CALENER VYP | | |
| | | CE3X | | | |
| | | CERMA | | | |
| | Otros usos | CE3 | CALENER VYP | | |
| | | CE3X | CALENER GT | | |

5.3.4.1 HULC (Lider-Calener)

Es la herramienta unificada de los programas Lider y Calener que sirve tanto para la certificación energética de edificios, como para la verificación del documento básico HE del Código Técnico de Edificación. Sin embargo no nos permite verificar todos los casos del DB HE, ya que solo nos deja en el caso del DB HE0 (apartado 2.2.1 y 2.2.2) y en el DB HE1 (apartado 2.2.1.1.1, 2.2.1.1.2 y 2.2.2.1 apartado 2). Este programa se puede utilizar tanto para edificios nuevos, como para existentes, independientemente de que sean para uso residencial o para otros servicios [51].

LIDER

Esta herramienta tiene el objetivo de llevar a cabo la justificación del documento CTE-HE1 en los edificios y para ello, realiza una simulación obteniendo la demanda de energía que necesita el edificio, centrándose en las características de la envolvente (cubiertas, cerramientos, etc). Además, para estimar la energía demandada del edificio, el programa nos permitirá introducir unos parámetros de confort que dependerán de la época del año y unos parámetros de ocupación en función de la actividad que tenga el edificio que se quiera certificar.

Este programa generará de forma automática un edificio de referencia que contará con las mismas dimensiones, características de forma, orientación, zona climática y uso que el edificio del que se está realizando el estudio, pero contará con unas características constructivas que le harán cumplir, como mínimo con las exigencias del CTE. De esta manera, el programa proporcionará el porcentaje de mejora del edificio objeto de estudio respecto al de referencia [6].

Entrada de datos

El proceso de la entrada de datos en el programa es el siguiente:

1. Elección de la zona climática.
2. Geometría del edificio: Se construirá un modelo en 3D y se definirá su orientación.
3. Materiales constructivos: Se elegirán los materiales y secciones constructivas del edificio.
4. Definición operacional: Se clasifican los espacios habitantes y no habitantes.

Objetivo del programa

El programa LIDER pertenece a la opción general y tiene como principales objetivos:

- Limitar la demanda energética de los edificios en función del método de cálculo especificado en el DB-HE1. Se considerará el edificio en las siguientes situaciones:
 - 1) Edificio objeto de estudio: Este edificio se definirá con su correspondiente geometría, elementos constructivos, clima en el que se encuentra y con sus características funcionales y ocupacionales.

- 2) Edificio de referencia: Este edificio tendrá las mismas características que el edificio objeto de estudio (forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos remotos). Sin embargo diferirá en las características constructivas del edificio (transmitancia y factor solar), ya que el programa establecerá unos elementos constructivos que garanticen el cumplimiento mínimo de la demanda energética establecida por el CTE.

De esta manera, nuestro edificio de estudio cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a demanda de energía si las demandas energéticas de calefacción y refrigeración son ambas inferiores a las del edificio de referencia. Además se comprobará que las transmitancias de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente no serán superiores a los valores expuestos por el DB-HE1 en función de la zona climática en la que se encuentren.

- Limitar las condensaciones en la envolvente térmica: La humedad relativa media mensual en la superficie interior será inferior al 80%.
- Limitar las infiltraciones de aire

Por lo tanto, el programa LIDER nos proporciona las demandas energéticas de calefacción y refrigeración del edificio y lo comparará con el edificio de referencia verificando si cumple la normativa del CTE-HE1. No es un programa de simulación del comportamiento térmico, es una herramienta que se utiliza para verificar las exigencias del CTE y su resultado final será determinar si cumple o no con las especificaciones y comparar el edificio con el de referencia.

CALENER

Este programa sirve de complemento al programa LIDER permitiendo evaluar la eficiencia energética del edificio, teniendo en cuenta los datos geométricos y constructivos, las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación [52].

Este programa cuenta con dos versiones en función del tipo de edificio al que se le va a hacer la certificación:

- CALENER VyP: Utilizado para edificios de carácter residencial y edificios del sector terciario de pequeño y mediano tamaño.
- CALENER GT: Para edificios de grandes dimensiones del sector terciario o edificios del sector terciario de cualquier tamaño que utilicen sistemas energéticos no convencionales.

Como resultado del estudio del consumo energético realizado por el programa se obtiene los siguientes datos:

- La calificación energética del edificio mediante una letra.
- Documento que contiene las características energéticas del edificio y de los sistemas con los que cuenta.

Metodología

Se puede exportar el edificio del programa LIDER al CALENER, facilitando el cálculo de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio.

El programa CALENER realiza la calificación energética del edificio una vez se han introducido los datos del edificio (epidermis, sistemas de calefacción y refrigeración, ACS e iluminación) siguiendo los siguientes pasos:

Para todos los edificios:

- 1) Simulación horaria del edificio objeto para obtener el consumo de energía final.
- 2) Cálculo de emisiones del edificio objeto para todos los tipos de energía.

Para los edificios del sector terciario:

- 3) Definición del edificio de referencia.
- 4) Simulación horaria del edificio de referencia para calcular el consumo de energía.
- 5) Cálculo de las emisiones asociadas al edificio de referencia.

Por último, la calificación energética para los edificios residenciales se obtiene mediante las emisiones de CO₂ y para el caso de edificios del sector terciario, se obtendrá con la comparación entre el edificio objeto y el edificio de referencia.

A partir de la definición general del edificio, se definirán el nivel de uso y ocupación del edificio, que determinará el funcionamiento de los sistemas y el consumo energético del edificio para establecer unas condiciones determinadas en el ambiente interior.

Cuando ya se han definido las características y el nivel de uso del edificio, se procederá a definir los sistemas necesarios para satisfacer la demanda energética del edificio, con la posibilidad de singularizarlos, estableciendo temperaturas de referencia, horarios, etc.

El consumo energético es la cantidad de energía final que se necesita para cubrir la demanda energética del edificio. Dependerá de los equipos que se utilicen y del rendimiento de los mismos. De esta manera el programa calculará el consumo de energía para calefacción y refrigeración con la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{demanda calefacción}}{\text{rendimiento de la instalación}} + \frac{\text{demanda refrigeración}}{\text{rendimiento de la instalación}}$$

Una vez calculado el consumo energético, se obtendrán las emisiones de CO₂ a partir de los factores de paso para cada tipo de energía, ya que las emisiones de CO₂ serán el indicador energético con el que se clasificará el edificio energéticamente.

Si el edificio de estudio es un edificio residencial, la calificación se obtendrá con el valor de emisiones de CO₂ obtenido, pero si por el contrario es un edificio terciario, se comparará con el edificio de referencia y con ese valor se obtendrá la calificación.

5.3.4.2 CE3X

Es la herramienta utilizada para la certificación energética para todo tipo de edificios existentes utilizando el método simplificado. Está basado en la comparación del edificio objeto de estudio con una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las diferentes zonas climáticas de España. Esta base de datos ha sido llevada a cabo mediante un gran número de simulaciones en edificios mediante la herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), y es lo suficientemente grande para abarcar cualquier tipo de edificio de la geografía española. Una vez introducidas las características del edificio que se desea certificar, el programa busca entre su base de datos los edificios con características más próximas al edificio objeto y realiza una interpolación a partir de ellos de las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto de estudio [53].

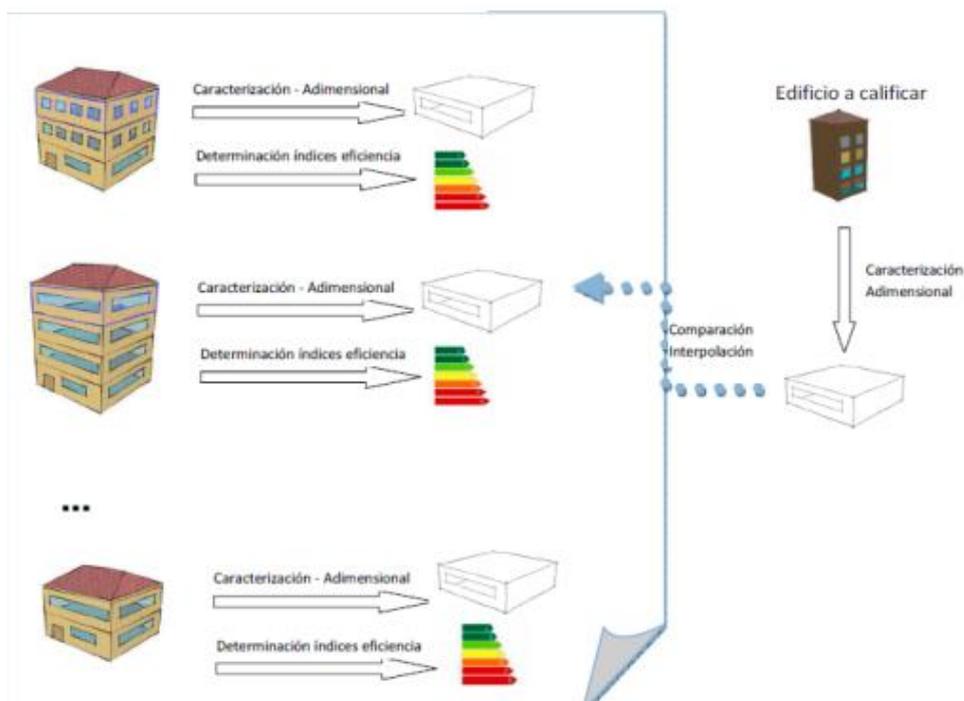


Imagen 5.8. Método de cálculo CE3X. Fuente IDEA (Manual de usuario CE3X)

Procedimiento

- Datos del edificio: Introducir planos del edificio, establecer las orientaciones y sombras.
- Datos administrativos: Hay que indicar la localización del edificio, con su dirección y referencia catastral, así como los datos del cliente al que va dirigido la certificación energética y los datos del técnico certificador que la está realizando.

- Datos generales: Aquí hay que detallar datos concretos, como son: la normativa vigente en el momento de la construcción, el año, el tipo de edificio (unifamiliar, bloque de viviendas o vivienda individual) y la localidad donde se encuentra. Introduciendo la localidad el programa seleccionará de manera automática la zona climática en la que se encuentra. También hay que indicar aspectos como la superficie útil habitable, la altura libre y el número de plantas que tiene el edificio.
- Envolvente térmica: En esta parte es donde se estudian los distintos elementos que conforman la envolvente térmica del edificio. Los elementos que se van a analizar son los siguientes:
 - Muros en contacto con el terreno
 - Cubierta
 - Suelo
 - Partición vertical u horizontal
 - Huecos o lucernarios
 - Puentes térmicos

De todos estos elementos, hay que definir sus dimensiones, orientaciones y propiedades térmicas.

- Instalaciones: En esta apartado se introducirán las distintas instalaciones que se encuentran en el edificio, diferenciando entre:
 - Equipos de: ACS, de calefacción y de refrigeración. Se deberá indicar el tipo de generador, de combustible, zona de la vivienda en la que se encuentra, el rendimiento y la potencia nominal
 - Contribuciones energéticas: Se indicará si se usan fuentes de energía renovables, el tipo de las mismas y su proporción.

Resultado

- Calificación energética: Se obtiene la calificación en función de los datos introducidos, mostrando el indicador de emisiones de CO₂ (expresado de la A a la G), las demandas y las emisiones de los sistemas instalados.
- Medidas de mejora: El programa nos propone una serie de medidas de mejora, y nos muestra la calificación que se obtendría en el caso de que se realizasen. A demás nos permite realizar un análisis económico de dichas medidas de mejora.

5.3.4.3 Otros programas

CE3

Es un programa muy similar al CE3X y su finalidad es la certificación energética de cualquier tipo de edificio existente utilizando el método simplificado. Al igual que el CE3X, este programa es aplicable a cualquier edificio existente siempre y cuando existan edificios con las mismas características en el programa de referencia CALENER [6].

Este programa como el que se ha comentado anteriormente tiene tres partes diferenciadas:

- Entrada de datos: Se introducirán las características del edificio y los sistemas que consumen energía.
- Calificación: Se obtiene la calificación global del edificio y también la de los sistemas de iluminación, refrigeración, calefacción y ACS.
- Medidas de mejora: Se proponen posibles mejoras y su impacto en la calificación.

Como ya se ha dicho es un programa similar al CE3X. Las diferencias más destacables están en el módulo de introducción de datos y en el apartado de introducción de mejoras de eficiencia energética, ya que el CE3X nos proporciona una lista con todas las posibles mejoras y la calificación energética que se obtendría con ellas, mientras que el CE3 sólo nos proporciona la calificación que se obtendría en las mejoras que apliquemos.

Otra diferencia respecto al CEX3 está en el cálculo del ahorro económico por las medidas aplicadas, ya que el CE3 no cuenta con esta opción.

CERMA

Es una herramienta simplificada que permite realizar certificaciones energéticas para edificios de viviendas exclusivamente, independientemente de que sean de nueva construcción o ya existentes. Presenta dos modos de trabajo, uno para viviendas existentes y otro para viviendas nuevas. Esta herramienta no sólo se utiliza para la certificación energética sino que sirve para la justificación de las secciones del documento de Ahorro de Energía (DB HE) del CTE [54].

A continuación, se resumirán los aspectos más importantes del programa:

- Introducción de datos: La introducción de datos es sencilla y habrá que indicar: el tipo de edificio, el alcance del trabajo (certificación y verificación, sólo certificación o sólo verificación), datos técnicos del edificio y del agente certificador.

- Cálculo ventilación mínima: Se introducen previamente los valores relacionados con el programa funcional y las características geométricas del edificio (superficie, volumen, clase de higrometría, tipo de edificio, etc). CERMA incluye un asistente para el cálculo de la ventilación mínima (nº de renovaciones hora). Para ello se introduce la cantidad de tipologías de vivienda en el edificio y el número de estancias por tipo de vivienda. De esta manera el programa propone un valor mínimo según el CTE y el certificador tiene la opción de aceptarlo o introducir el que considere oportuno.
- Cálculo de sombras: Se introducen los datos principales de los elementos que producen sombra al edificio mediante un esquema. También se tienen en cuenta las sombras de los huecos, ya que puede haber elementos del propio edificio que produzcan sombra sobre el mismo.
- Introducción de muros: El programa nos permite definir varios tipos de muros en función de la envolvente térmica del edificio o parte del edificio que estemos certificando. El valor de las transmitancias térmicas de cada muro se elegirá de la base de datos en función de la composición tipo, aunque también se puede personalizar un tipo de muro.
Tipos de muros:
 - Muro en contacto con exterior.
 - Muro en contacto con espacio no habitable.
 - Muro en contacto con terreno.
 - Medianeras.
 - Muro en contacto con unidad del mismo uso.
- Introducción de cubiertas: Se pueden definir tanto cubiertas horizontales como inclinadas (en contacto con espacios habitables). La introducción de los datos es similar a los demás elementos de la envolvente descritos anteriormente.
- Introducción de suelos: La definición de la composición se puede realizar eligiendo una tipología ya definida o creando un suelo de forma personalizada.
- Introducción de huecos: En esta pestaña se definirán los huecos del edificio (ventanas puertas y lucernarios en contacto con el exterior). Se tendrán en cuenta factores modificadores como elementos como persianas y el efecto de las sombras.
- Introducción de puentes térmicos: La introducción de puentes térmicos se puede realizar de tres formas distintas: En función de las características constructivas, fijando valores calculados previamente por el técnico, o con valores por defecto del LIDER.

- Equipos: Para cada servicio se definirá el espacio acondicionado (calefacción, refrigeración y ACS). Para establecer los servicios, para cada uno de ellos se seguirán los siguientes pasos:
 - 1) Seleccionar el edificio.
 - 2) Seleccionar el tipo de servicio.
 - 3) Indicar el área del espacio acondicionado por el servicio y el equipo.
 - 4) Definir el equipo, con la posibilidad de poner más de uno.
 - 5) Agregar los equipos.

- Calificación: Se mostrará la calificación global en emisiones de CO₂ por unidad de año y superficie, y además las calificaciones asignadas a calefacción, demanda mensual y anual de energía de calefacción, consumo de energía final mensual y anual de calefacción, emisiones de CO₂ fósil mensual y anual de calefacción.

A mayores, el programa de forma simplificada propondrá sencillas mejoras y evaluará su impacto en las características del edificio (aislamientos, vidrios, etc) y en los sistemas (cambio de sistemas, reducción de equipos, aumento del rendimiento,etc).

- Verificación del HE: Se analiza el cumplimiento del Documento Básico sobre el ahorro de energía del CTE:
 - HE0. Limitación del consumo energético.
 - HE1. Limitación demanda energética.
 - HE2. Rendimiento de instalaciones térmicas. (Calefacción, refrigeración y ACS).
 - HE2. Eficiencia energética instalaciones de iluminación. (sector terciario).
 - HE3. Contribución mínima de ACS.
 - HE5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica (sector terciario).

5.4 Certificación energética en Alemania

En Alemania la primera normativa que se conoce de eficiencia energética es del año 2002, y se realizó a través de la EnEv 2002, que fue la predecesora de la EnEv 2004. Se conoce como Ordenanza de Ahorro de Energía (EnEV) y su objetivo era fomentar el ahorro de energía y la eficiencia energética en los edificios. Esta Ordenanza modificó y reemplazó a la ordenanza de aislamiento térmico (WSchV) y la ordenanza de calefacción (HeizAnIV).

Se realizó una modificación posterior, dando lugar a la EnEv 2007, con la que se pretendió alcanzar todos los objetivos impuestos por la Directiva del Parlamento Europeo 2002/91/CE, cuyos aspectos más importantes eran:

- Establecer los requisitos de edificios no residenciales.
- Consideración de sistemas de energía alternativa.
- Inspección de las instalaciones del aire acondicionado.
- Establecer métodos de certificación de eficiencia energética para edificios ya existentes.

Aun así, Alemania tenía el objetivo de reducir en torno al 30 % el consumo energético de calefacción y de agua corriente sanitaria, con lo que se elaboró la EnEv 2009, modificando la anterior para tratar los siguientes aspectos:

- Para todos los edificios, limitar el consumo de energía primaria un 30 %.
- Para los edificios de nueva construcción, incrementar el aislamiento térmico un 15 %.

Actualmente, la EnEv 2014 [55] es la que recoge las últimas modificaciones de eficiencia energética impuestas por las Directiva del Parlamento Europeo. Los cambios destacados son los siguientes:

- Modificación de la escala de eficiencia energética por letras (A- G).
- Es obligatorio mostrar las etiquetas energéticas de los edificios en los anuncios de venta o de alquiler.
- Sustitución de las calderas que tengan más de 30 años.
- Controles aleatorios de los certificados de eficiencia energética.

El 1 de Enero de 2016, entró en vigor la segunda parte de la Ordenanza de Ahorro de Energía (EnEv 2014), en la que se han introducido nuevos requisitos para el caso de edificios nuevos:

- Se aumenta el porcentaje de aislamiento térmico en un 20 %, respecto al año 2014.
- Se debe reducir el consumo de energía primaria en un 25%, respecto al 2014.

Exigencias normativa eficiencia energética

En la normativa de la EnEV 2014, se incluyen los requerimientos máximos de consumo de energía, valores límites de transmitancia térmica para los elementos de la envolvente y exigencias sobre eficiencia energética de los sistemas entre otros. De esta manera, la regulación ha marcado el límite de consumo energético para los edificios de viviendas en 80 KWh/m²año [56].

Además se han establecido las pérdidas máximas de calor por transmisión a través de la envolvente.

En cuanto a los límites de pérdidas máximas de calor por transmisión a través de la envolvente, se han definido los valores máximos de las transmitancias térmicas de los distintos elementos de los edificios. Estos valores límite para el caso de edificios nuevos son los que se muestran a continuación:

Tabla 5.11. Transmitancias térmicas máximas para edificios de nueva construcción. Fuente: Energieeinsparverordnung – EnEv 2014

| Elementos | Transmitancias térmicas máximas (Edificios nuevos) (W/m ² k) | | |
|--------------------|--|----------------------------|---------------------|
| | Edificios residenciales | Edificios no residenciales | |
| | | T int >19 ° C | 12 < T int < 19 ° C |
| Muros exteriores | 0,28 | 0,28 | 0,35 |
| Muros cortina | * | 1,4 | 1,9 |
| Techos | 0,2 | 0,2 | 0,35 |
| Ventanas | 1,3 | 1,3 | 1,9 |
| Puertas exteriores | 1,8 | 1,8 | 2,9 |
| Lucernarios | * | 2,4 | 2,4 |
| Tragaluces | 1,4 | 1,4 | 1,9 |
| Claraboyas | 2,7 | 2,7 | 2,7 |

Para los edificios existentes:

Tabla 5.12. Transmitancias térmicas máximas para edificios existentes. Fuente: Energieeinsparverordnung – EnEv 2014

| Elementos | Transmitancia térmica máxima (Edificios existentes) (W/m ² K) | |
|--------------------|---|----------------------------|
| | Edificios con T int > 19 °C | Edificios no residenciales |
| | | T int 12° C< 19°C |
| Muros exteriores | 0,24 | 0,35 |
| Ventanas | 1,3 | 1,9 |
| Tragaluces | 1,4 | 1,9 |
| Acristalamiento | 1,1 | * |
| Muros cortina | 1,5 | 1,9 |
| Techos de vidrio | 2 | 2,7 |
| Techos al exterior | 0,24 | 0,35 |

5.4.1 Certificado energético

En Alemania el certificado de eficiencia energética se conoce como “Energieausweis” y existen dos tipos de certificados, con los que se evaluará la eficiencia energética del edificio de manera diferente [57]:

- **Certificado de Demanda** (Edificios nuevos): Basado en el cálculo teórico de la demanda de energía para calefacción, agua caliente sanitaria y ventilación. El requisito de energía primaria indica la cantidad de energía que se necesita para satisfacer las necesidades del edificio.
- **Certificado de Consumo** (Edificios existentes): Basado en el cálculo del consumo de energía durante los últimos tres años. Relaciona el consumo de energía con los aspectos climatológicos.

A continuación en la siguiente figura se indicará el tipo de certificado que se debe utilizar en función del tipo del edificio, de su tamaño y del año de construcción:

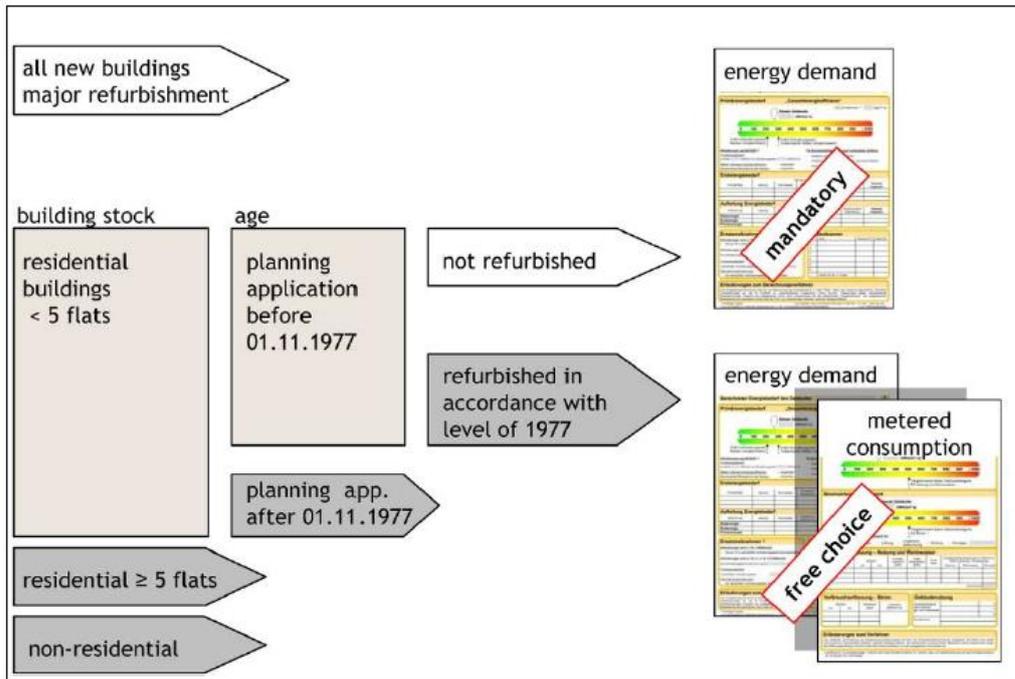


Imagen 5.9. Elección tipo de certificado en Alemania. Fuente: Implementation of the EPBD in Germany

Se puede elegir el tipo de certificado entre el de demanda o el de consumo solo en los siguientes casos:

- Edificios no residenciales.
- Edificios residenciales con más de 5 plantas.
- Edificios de viviendas existentes con menos de 5 plantas que ya cumplen con las exigencias de la Ordenanza de aislamiento térmico de 1977 en el momento de la finalización o han sido reformados a este estado.

Es obligatorio el certificado de demanda en los siguientes casos:

- Para todos los edificios de nueva construcción.
- Edificios antiguos.
- Edificios de viviendas con un máximo de cuatro plantas, para los que se presentó la solicitud de construcción antes del 1 de Noviembre de 1977 y no hayan sido reformados.

Los certificados de eficiencia energética están constituidos por 4 páginas más otra página de anexos, en la que se incluyen recomendaciones establecidas por el evaluador.

FORMATO DEL CERTIFICADO ENERGÉTICO

El formato EPC en Alemania está formado por las siguientes cinco páginas [57]:

- **Página 1:** Contiene información del edificio (año de construcción, localidad, tipo de edificio..), indica la metodología de cálculo seleccionada (Demanda o Consumo) y datos del evaluador.

| ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude | |
|--|---|
| <small>gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18.11.2013</small> | |
| <small>Gültig bis: 25.01.2027</small> | Registrierungsnummer ² <input type="text"/> 1 <small>(oder: „Registrierungsnummer wurde beantragt am...“)</small> |
| Gebäude | |
| Gebäudetyp | freistehendes Einfamilienhaus |
| Adresse | <input type="text"/> |
| Gebäudeteil | Gesamt |
| Baujahr Gebäude ³ | 1954 |
| Baujahr Wärmeerzeuger ^{3,4} | 1986 |
| Anzahl Wohnungen | 1 |
| Gebäudenutzfläche (A _n) | 108,50 m ² <input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt |
| Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser ³ | Strom Strom |
| Erneuerbare Energien | Art: Keine <input type="checkbox"/> Verwendung: Keine <input type="checkbox"/> |
| Art der Lüftung/Kühlung | <input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Schächllüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Kühlung |
| Anlass der Ausstellung des Energieausweises | <input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung/Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input checked="" type="checkbox"/> Vermietung/Verkauf <input type="checkbox"/> (freiwillig) |
| Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes | |
| <small>Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des Energiebedarfs unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des Energieverbrauchs ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägliche Vergleiche ermöglichen (Erläuterungen – siehe Seite 5). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsmaßnahmen (Seite 4).</small> | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des Energiebedarfs erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 2 dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig. | |
| <input type="checkbox"/> Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des Energieverbrauchs erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf Seite 3 dargestellt. | |
| Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch <input checked="" type="checkbox"/> Eigentümer <input type="checkbox"/> Aussteller | |
| <input type="checkbox"/> Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe). | |
| Hinweise zur Verwendung des Energieausweises | |
| <small>Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschläglichen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.</small> | |
| Aussteller | Harsche-Energieberatung Ing. Roland Harsche Geprüfter Gebäudeenergieberater Öko-Zentrum NRW Von-Lavaurs-Str. 44, 53424 Remagen |
| | <small>20.01.2017</small> Ausstellungsdatum  Unterschrift des Ausstellers |
| <small>¹ Datum der angewandten EnEV, gegebenenfalls angewandten Änderungsverordnung zur EnEV ² Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der Registrierungsnummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen. ³ die Registrierungsnummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen. ⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation</small> | |

Imagen 5.10. Página 1 EPC Alemania. Fuente: EnEv 2014

- **Página 2:** Contiene los resultados de la calificación energética y la clasificación del edificio en la escala energética que se muestra en la etiqueta energética (en caso que sea certificado de demanda) (de lo contrario esta página no estaría rellena).

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 1.

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes Registrierungsnummer ²
(oder: Registrierungsnummer wurde beantragt am: ...) 2

Energiebedarf CO₂-Emissionen ³ kg/(m²·a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

Anforderungen gemäß EnEV ⁴ Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Plankategorie: A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

Plankategorie: A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

Plankategorie: A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

Endenergiebedarf dieses Gebäudes kWh/(m²·a)
 [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

Angaben zum EEWärmeG ⁵ Vergleichswerte Endenergie

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art: Deckungsanteil: %

%
 %
 %

%
 %

Ersatzmaßnahmen ⁶

Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahmen nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um... % verschärfte Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfte Anforderungswerte: kWh/(m²·a)

Verschärfte Anforderungswerte für die energetische Qualität der Gebäudehülle: W/(m²·K)

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises
² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises
³ Heiße Angabe
⁴ nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV
⁵ nur bei Neubau
⁶ nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG
⁷ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

Imagen 5.11. Página 2 EPC Alemania. Fuente: EnEv 2014

- **Página 3:** Muestra de igual forma los resultados de la calificación (en caso de que sea certificado de consumo) (de lo contrario esta página no estaría rellena).

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 1.

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes Registrierungsnummer ²
(oder: Registrierungsnummer wurde beantragt am: ...) 3

Energieverbrauch

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)
[Pflichtangabe für Immobilienanzeigen]

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

| Zeitraum | Erhebungsjahr ³ | Primärenergiefaktor | Energieverbrauch (kWh) | Arbeitsenergie (kWh) | Arbeitsenergie (kWh) | Klimafaktor |
|----------|----------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| von | bis | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Vergleichswerte Endenergie

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes
kWh/(m²·a)

A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

A+ A B C D E F G H
 0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 >250

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises
² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises
³ Angabeverpflichtet auch Leerstandszeitläufige Warmwasser- oder Kühlwasserverbräuche
⁴ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte zum Charakteristik Gebäudeverbrauchs (kWh) nach der Energieeinsparverordnung, die im Allgemeinen größer ist als die Werte für das Gebäude. Die tatsächliche Energieverbrauchsleistung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungsverhaltens und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

Imagen 5.12. Página 3 EPC Alemania. Fuente: EnEv 2014

- **Página 4:** Incluye recomendaciones y comentarios individuales por el evaluador.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EiEV) vom 1. 18.11.2013

Empfehlungen des Ausstellers Registrierungsnummer: 4

(oder „Registrierungsnummer wurde beantragt am...“)

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz sind möglich nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

| Nr. | Bau- oder Anlagenteile | Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten | empfohlen in Zusammenhang mit größerer Modernisierung | als Einzelmaßnahme | geschätzte Anlagentonnage | geschätzte Kosten pro eingesparter Kilowattstunde Endenergie |
|---|---------------------------|---|---|-------------------------------------|---------------------------|--|
| 1 | Dach | Dämmdecken von mindestens 14 cm oder mehr | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 2 | Außenwände | Dämmdecken von mindestens 14 cm oder mehr | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 3 | Kellerdecke (Bödenplatte) | Dämmdecken von mindestens 12 cm oder mehr | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 4 | Fenster | Maximaler U-Wert bei 1,3 [W/m ² K] | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| 5 | Solarthermie | Solare Unterstützung für Warmwasser und Heizung | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt | | | | | | |

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind nur kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Genauere Angaben zu den Empfehlungen sind erhältlich bei:

Immoticket24.de GmbH - Krutter Straße 5, 56753 Welling
Telefon: 0 26 54 - 8 80 11 99

Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

Imagen 5.13. Página 4 EPC Alemania. Fuente: EnEv 2014

- **Página 5:** Proporciona explicaciones sobre los valores y escalas en el certificado.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EiEV) vom 1. 18.11.2013

Erläuterungen 5

Angabe Gebäudeteil – Seite 1
Bei Wohngebäuden, die zu einem nicht unbedeutenden Anteil zu Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstattung des Energieausweises gemäß dem Muster nach Anlage 6 auf der Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 22 EiEV). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe „Gebäudeeffizient“ deutlich gemacht.

Erneuerbare Energien – Seite 1
Hier wird darüber informiert, wofür und in welcher Art erneuerbare Energien genutzt werden. Bei Neubauten enthält Seite 1 Angaben zum EEWärmeG dazu weitere Angaben.

Energiebedarf – Seite 2
Der Energiebedarf wird hier durch den Jahres-Primärenergiebedarf und ein Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogene Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z. B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmequellen usw.) berechnet. Sie stellen sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und von der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf – Seite 2
Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die gesamte „Jahresleistung“ (Erzeugung, Gewinnung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Steine, erneuerbare Energien etc.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine Ressourcensparende und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2
Angaben ist der spezifische, auf die wärmedeckende Umfassungsfläche bezogene Transmissionskoeffizient (FT) in m² (W/m²K). Er beschreibt die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmedeckenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Ein kleiner Wert signalisiert einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt die EiEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf – Seite 2
Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standard- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude unter der Annahme von standardisierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Angaben zum EEWärmeG – Seite 2
Nach dem EEWärmeG müssen Neubauten in bestimmten Umfang erneuerbare Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs nutzen. In dem Feld „Angaben zum EEWärmeG“ sind die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien und der prozentuale Anteil der Pflichterfüllung anzugeben. Das Feld wird im Energieausweis durch die Angabe „Einsparmaßnahmen“ und „Einsparmaßnahmen“ wird ausgestellt, wenn die Anforderungen des EEWärmeG teilweise oder vollständig durch Maßnahmen zur Erzeugung von Energie erfüllt werden. Die Angaben dienen gegenüber der zuständigen Behörde als Nachweis des Umfangs der Pflichterfüllung durch die Einsatzmaßnahmen und der Einhaltung der für das Gebäude geltenden verschärferten Anforderungen der EiEV.

Endenergieverbrauch – Seite 3
Der Endenergieverbrauch wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnungen von Heiz- und Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohneinheiten zugrunde gelegt. Der erfassbare Energieverbrauch für die Heizung wird anhand der konkreten örtlichen Wetterdaten und mithilfe von Klimafaktoren auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führt beispielsweise ein hoher Verbrauch in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Endenergieverbrauch gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von der Lage der Wohneinheiten im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und dem individuellen Verhalten der Bewohner abhängen.

Im Fall längerer Leerstände wird hierfür ein pauschaler Zuschlag rechnerisch bestimmt und in die Verbrauchserfassung einbezogen. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird bei Leerständen, in der Regel elektrisch betriebenen Warmwasseranlagen der gleiche Verbrauch über eine Pauschale berücksichtigt. Gleiches gilt für den Verbrauch von eventuell vorhandenen Anlagen zur Raumheizung. Ob und inwieweit die genannten Pauschalen in die Erfassung eingegangen sind, ist der Tabelle „Verbrauchsleistung“ zu entnehmen.

Primärenergieverbrauch – Seite 3
Der Primärenergieverbrauch geht aus dem für das Gebäude ermittelten Endenergieverbrauch hervor. Wie der Primärenergiebedarf wird er mithilfe von Umrechnungsfaktoren ermittelt, die die Verluste der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

Pflichtangaben für Immobilienanzeigen – Seite 2 und 3
Nach der EiEV besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 16a Absatz 1 genannten Angaben zu machen. Die dafür erforderlichen Angaben sind dem Energieausweis zu entnehmen, je nach Ausweisart der Seite 2 oder 3.

Vergleichswerte – Seite 2 und 3
Die Vergleichswerte auf Endenergieebene sind modellhaft ermittelte Werte und sollen lediglich Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten anderer Gebäude sein. Es sind Bereiche angegeben, geteilt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz. Vergleichskategorien liegen.

Imagen 5.14. Página 5 EPC Alemania. Fuente: EnEv 2014

91

Existen diferentes formatos de EPC para edificios residenciales y no residenciales, sin embargo ambos certificados deberán tener en la medida de lo posible la misma estructura.

5.4.1.1 Obligatoriedad

El certificado de eficiencia energética es obligatorio para todos los edificios de nueva construcción y existentes que se pongan en venta o alquiler.

Es obligatorio que en los anuncios para la venta o alquiler de edificios figure como mínimo la siguiente información [58]:

- Demanda de energía o consumo de energía del edificio.
- Energía que se necesita para calefactar el edificio.
- Año de emisión del certificado energético.

Para los edificios públicos de más de 250 m² es obligatorio colocar el certificado de eficiencia energética en un lugar visible.

5.4.1.2 Contenido

El contenido de la certificación energética en Alemania es el siguiente:

- Número de registro.
- Datos del edificio (localización, dirección, año de construcción..)
- Información sobre la calidad energética del edificio.
- Cálculo de la demanda o del consumo de energía, según proceda.
- Recomendaciones del evaluador energético.
- Notas sobre el uso del certificado energético.
- Explicaciones.

5.4.1.3 Técnicos para la certificación

En Alemania, los encargados de realizar las certificaciones, acreditados por la agencia alemana de energía (DENA) son los asesores energéticos “aussteller”.

Para los edificios existentes los especialistas que tienen autorización para realizar las certificaciones en los edificios son los siguientes [58]:

- Técnicos universitarios (arquitectos, ingenieros industriales o similares).
- Otra disciplina técnica relacionada con el punto anterior.
- Técnicos cuya formación tenga relación con la envolvente del edificio, la evaluación de los sistemas de calefacción, ventilación y ACS.
- Técnicos que puedan firmar aspectos relativos al aislamiento térmico o al ahorro de energía.

Aún así, es necesario que el encargado de realizar los registros tenga una experiencia profesional de dos años en el sector de la construcción para obtener una autorización válida.

Estos certificados deben de ser firmados por el técnico competente, indicando sus datos personales, su dirección, ocupación y fecha de emisión del certificado.

De entre las funciones que tienen que desempeñar estos técnicos, las más importantes son las siguientes:

- Evaluación de las características geométricas y energéticas de la envolvente del edificio, como pueden ser los puentes térmicos, estanqueidad, propiedad de los materiales, etc..
- Evaluación de la envolvente del edificio. (conductividad térmica, resistencia térmica, transmitancia, etc..)
- Evaluación de los sistemas de calefacción, ACS, ventilación y aire acondicionado.
- Cálculo de los consumos de energía primaria.
- Evaluación de las recomendaciones de modernización y ahorro energético.

5.4.2 Procedimiento de cálculo de la calificación energética en Alemania

La metodología de evaluación se basa en comparar la demanda anual estimada de energía primaria de una vivienda, con respecto a una línea base de referencia, establecida en función del coeficiente de forma ($\text{Área de envolvente} / \text{Volumen de la vivienda}$).

Como se ha hablado anteriormente, existen certificados de demanda y de consumo [57].

CERTIFICADO DE CONSUMO

Para este tipo de certificado, el cálculo del consumo de energía del edificio no se basa en estimaciones y se calcula directamente a través de mediciones.

Esta metodología de cálculo ha incorporado una serie de medidas a mayores en su última normativa. Para los edificios de viviendas con sistemas de calefacción individual, es necesario aumentar el consumo en 20 KW/m² de superficie. En el caso de refrigeración, el aumento será de 6 KWh/m². Para calcular el consumo de energía se utilizan los siguientes datos:

- Facturas de los gastos de calefacción.
- Mediciones de consumo realizados.
- Combinación de ambas opciones.

Estos cálculos se efectuarán en un periodo relativo a 36 meses.

El indicador energético utilizado en este caso es el consumo anual de energía por metro cuadrado (KWh/m²).

CERTIFICADOS DE DEMANDA

Por otro lado, la metodología a seguir para los *certificados de demanda*, es bastante similar a la de España, y que se marcan unos valores máximos que no se pueden superar (consumo de energía, transmitancias térmicas, consumo de calefacción, etc.). Consiste en comparar la demanda anual de energía primaria que se ha estimado en una vivienda, con respecto a otra de referencia establecida, en función del coeficiente de forma (área de envolvente / volumen de la vivienda), superficie útil del edificio, orientación y condiciones básicas de uso.

Para estos cálculos, se utilizarán distintas herramientas informáticas que cumplan con los requisitos establecidos en la EnEv 2014.

Para determinar la Demanda de Energía primaria existen dos métodos:

- Método simplificado (Método de Balance Periódico): Si el porcentaje de ventanas respecto a la envolvente es menor al 30 %
- Método de Balance mensual: Si el porcentaje de ventanas respecto a la envolvente es mayor al 30 %.

Son dos los indicadores que se utilizan para determinar la clasificación energética del edificio:

- **Energía final (KWh/m²año)**: Este primer indicador aparecerá en la parte superior de la escala. Nos indica la cantidad de energía final que se ha consumido por metro cuadrado y año para satisfacer la demanda energética del edificio, en unas determinadas condiciones de funcionamiento y ocupación.

- **Energía primaria (KWh/m²año):** Este segundo indicador aparecerá en la parte inferior de la escala. Nos indica la energía primaria consumida, es decir, la cantidad de energía fósil consumida. De esta manera, si un edificio cuenta con sistemas que le permiten obtener energía aprovechando los recursos naturales, el parámetro de energía primaria será mejor que el de energía final consumida.

Escalas de eficiencia energética

En Alemania se utiliza la escala energética HERS (RESNET), escala energética que va desde la letra A⁺ hasta la letra H, de más a menos eficiencia. El **indicador global o principal**, con el que se clasifica energéticamente el edificio, es el de energía final consumida por metro cuadrado y año (KWh/m²año). Los datos que aparecen son:

CERTIFICADO DE DEMANDA

- Consumo final de energía del edificio (kWh/m²año).
- Consumo de energía primaria del edificio en (kWh/m²año y emisiones de CO₂).

CERTIFICADO DE CONSUMO

- Consumo anual energía del edificio (KWh/m²año).

Tabla 5.13. Valores de la calificación energética de edificios de vivienda. Fuente: Anexo 10 EnEv 2014

| Clase | Consumo final (KWh/m ² año) |
|-------|--|
| A+ | <30 |
| A | <50 |
| B | <75 |
| C | <100 |
| D | <130 |
| E | <160 |
| F | <200 |
| G | <250 |
| H | >250 |

La etiqueta energética en función del tipo de edificio:

- Edificios residenciales

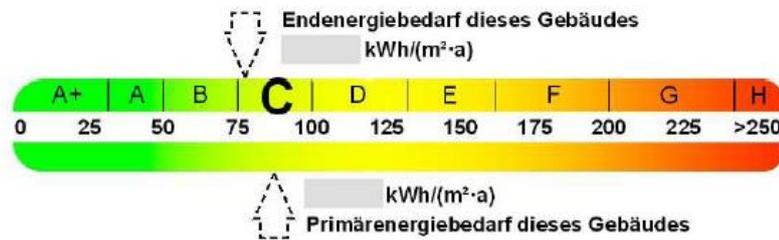


Imagen 5.15. Etiqueta energética para edificios residenciales. Fuente EnEv 2014

- Edificios no residenciales



Imagen 5.16. Etiqueta energética para edificios no residenciales. EnEv 2014

En el caso de los edificios no residenciales, se sigue usando la antigua escala energética. Se muestra la demanda de energía primaria del edificio ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{año}$), y la escala va de 0 hasta 1000.

5.4.3 Herramientas en Alemania

En Alemania, existe la norma **DIN V 18599** [60], desarrollada de forma conjunta por los comités de normas para la construcción (NABau), calefacción y refrigeración (NHRS) y tecnología de iluminación (FNL), que proporciona una metodología para evaluar el rendimiento energético de los edificios, tal como exigen las Directivas Europeas sobre el rendimiento energético de los edificios.

Esta metodología de cálculo permite evaluar todas las cantidades de energía necesaria para la calefacción, refrigeración, agua corriente sanitaria e iluminación de los edificios, teniendo en cuenta todos los factores que intervienen para el cálculo de los consumos de energía.

En principio, sólo era válida para edificios no residenciales, pero desde la entrada en vigor de la EnEV 2009, se amplió también para los residenciales, independientemente de que fueran nuevos o ya existentes.

Esta norma consta de 11 partes diferenciadas:

- Parte 1: Procedimientos generales y evaluación de las fuentes de energía.
- Parte 2: Demanda de energía útil para calefacción y refrigeración.
- Parte 3: Necesidades energéticas para los sistemas de ventilación central (HVAC).
- Parte 4: Requisitos para la iluminación.
- Parte 5: Demanda final de energía de los sistemas de calefacción.
- Parte 6: Procedimiento para la evaluación energética de los sistemas de ventilación.
- Parte 7: Demanda final de energía de los sistemas de ventilación para los edificios no residenciales.
- Parte 8: Utilización y requisitos de energía final de los sistemas de calentamiento de agua.
- Parte 9: Cálculo del consumo de energía de los sistemas combinados que generan calor dentro del edificio.
- Parte 10: Condiciones de uso y datos climáticos.
- Parte 11: Automatización de edificios.

Existen varios programas aprobados por la norma DINV 18599 para realizar la certificación energética de los edificios. Uno de los más utilizados es el “**Energieberater PLUS 18599**” [61], que es válido tanto para edificios residenciales como no residenciales, y tiene en cuenta los sistemas de calefacción, refrigeración, agua corriente sanitaria, ventilación e iluminación.

Una de las principales características que tiene el programa es la posibilidad de modelar el edificio en 3D gracias al módulo HottCAD, pudiendo seleccionar cualquier zona del edificio de manera sencilla. Además el programa cuenta con una base de datos en la que se recogen más de 1000 productos, que pueden ser elegidos para establecer los datos constructivos del edificio.

Por último cabe destacar que el programa nos proporciona una serie de medidas de renovación, realizando un análisis económico de las mismas.

5.5 Certificación energética en Francia

El primer reglamento existente en Francia en respuesta a la EPBD fue el RT 2005 (Reglementation Thermique 2005), introducido en 2006. Hacía referencia a todos los edificios de nueva construcción, tanto residenciales como no residenciales (incluidos edificios públicos) y establecía un nivel máximo para el consumo de energía junto a requisitos mínimos en cuanto al aislamiento térmico, ventilación, calefacción y sistemas de aire acondicionado [63].

Después del reglamento del 2005, se introdujeron dos normativas para edificios existentes. La primera conocida como “RT Par element” publicada en 2007 y la segunda llamada “RT globale” introducida en 2008.

Posteriormente el reglamento existente para edificios de nueva construcción (RT 2005) fue remplazado por el **RT 2012**, en el que los objetivos marcados fueron los siguientes: [63]

- Reducir consumo de energía y emisiones de CO₂ entre un 40 y 50 %.
- Construcción de edificios de bajo consumo y el objetivo de construir edificios de energía positiva para el 2020.
- Rehabilitación de edificios existentes con el fin de reducir el consumo de energía al 40% para el 2020.

Esta normativa está vigente para los edificios públicos desde el año 2011 y para todo tipo de edificios de nueva construcción desde el año 2013.

Respecto a los edificios ya existentes, en 2018 se ha implementado otro reglamento (RT 2018), que establece los requisitos mínimos que se tienen que cumplir a la hora de remplazar o instalar un elemento de aislamiento, calefacción, ACS, refrigeración, ventilación o iluminación. Este reglamento además de aplicarse a edificios existentes se aplica también para nuevas construcciones de casas individuales de menos de 50 m² [63].

Exigencias normativa eficiencia energética

La normativa francesa es de obligado cumplimiento en los edificios no industriales y de nueva construcción. Se establece que el consumo de energía para las instalaciones de calefacción, climatización, ACS, ventilación y en determinados casos, iluminación, debe ser menor que un consumo establecido como referencia, según la localización del edificio. Además se deben cumplir las siguientes exigencias [64]:

- Conformidad térmica en verano en edificios sin aire acondicionado. Para estos edificios, se pretende que la temperatura más cálida alcanzada no

supere los umbrales de una secuencia de los 5 días más calurosos del verano. Esto se conoce como “Temperatura Interior Convencional” (TIC).

- Exigencia de utilización de energías renovables.
- Reducción del consumo de energía primaria. Este consumo de energía primaria se define por el coeficiente “Cep max” y analiza el consumo de calefacción, refrigeración, iluminación y agua caliente sanitaria. El valor del “Cep max” es de 50 KWh/m²año de energía primaria, modulado según la ubicación geográfica, la altitud, el tipo de uso del edificio y el área de vivienda promedio.
- Eficiencia energética de los edificios. Aparece el coeficiente “Bio max”, que es el balance bioclimático del edificio. Este requisito impone una limitación de la energía necesaria para los componentes relacionados con el diseño del edificio, como son la calefacción, refrigeración e iluminación.

Aunque la última reglamentación para edificios de nueva construcción corresponda con la RT 2012, en el año 2020 se promulgará una nueva para remplazar a la del 2012. Su principal objetivo será reducir el rendimiento energético de todos los edificios construidos a partir del 2020 a un nivel pasivo, ya que deberán producir tanta energía como la que ellos mismos consuman. Estos edificios se conocen con el nombre de edificios de energía cero, y ya se han establecido unas pautas en la última Directiva Europea de la eficiencia energética de los edificios [66].

5.5.1 Certificado energético

El certificado de eficiencia energética en Francia se denomina DPE (Diagnostic de Performance Energetique). Proporciona información sobre el rendimiento energético de una casa o edificio al evaluar su consumo de energía y sus emisiones de gases de efecto invernadero. Aporta además recomendaciones elaboradas por el técnico certificador, con el objetivo de incrementar la eficiencia energética del edificio.

De esta manera, se puede obtener la cantidad de energía consumida de forma real o de una manera aproximada y se establece una clasificación basada en valores de referencia que permite comparar edificios de características similares. Establece que el consumo de energía para las instalaciones de calefacción, ACS, refrigeración y en determinados casos, iluminación, debe ser menor que un consumo establecido como de referencia, según la zona del país donde se encuentre el edificio.

El contenido del DPE es el siguiente [64]:

- **Página 1:** En la primera parte de esta página se incluyen datos específicos del edificio: Localidad, dirección, superficie, número de referencia, tipo de edificio, fecha de la certificación. Posteriormente se muestra el consumo calculado de energía primaria y energía final con sus correspondientes costes. Y al final de la página aparecerán las dos etiquetas (etiqueta energética y etiqueta climática) con la correspondiente clasificación energética del edificio.

DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ÉNERGETIQUE
Date: 19/12/2008
Ref Bât: 01

QUALICONSULT IMMOBILIER

144 AVENUE PIERRE SEMARD
6130 GRASSE , lot 0038

Diagnostic de performance énergétique – logement (6.A)

N° : 9 Date : 19/12/2008
Valable jusqu'au : 18/12/2018 Diagnostiqueur : Philippe Berthomet
Type de bâtiment : Logement collectif
Année de construction : 1989-2002
Surface habitable : 68 m²
Adresse : Résidence VAL DE PROVENCE II - BAT 144 AVENUE PIERRE SEMARD 6130 GRASSE

Propriétaire :
Nom : NOUVEAU LOGIS AZUR
Adresse : 258 avenue de la Californie BP 3122 06203 NICE Cedex 03

Propriétaire des installations communes (S'Y a lieu) :
Nom : NOUVEAU LOGIS AZUR
Adresse : 258 avenue de la Californie BP 3122 06203 NICE Cedex 03

Ce document a été produit selon l'arrêté no SCCU0757057A du 3 mai 2007 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants à usage principal d'habitation proposés à la location en France métropolitaine.

Consommations annuelles par énergie
Obtenues par la méthode 3CL-DPE, version 15c, prix moyens des énergies indexés au 15 août 2006.

| | Consommation en énergies finales | Consommation en énergie primaire | Frais annuels d'énergie |
|---|--|---|--------------------------|
| | Détail par énergie et par usage en kWh _{ep} /an | Détail par usage en kWh _{ep} /an | |
| Chauffage | 5 870 kWh _{ep} /an | 5 870 kWh _{ep} /an | 270 € TTC ⁽¹⁾ |
| Eau chaude sanitaire | 2 290 kWh _{ep} /an | 2 290 kWh _{ep} /an | 105 € TTC ⁽¹⁾ |
| Refroidissement | 0 kWh _{ep} /an | 0 kWh _{ep} /an | 0 € TTC ⁽¹⁾ |
| Consommation d'énergie pour les usages recensés | 8 160 kWh _{ep} /an | 8 160 kWh _{ep} /an | 379 € TTC ⁽¹⁾ |

(1) Valeur estimée de 0,10 €/kWh_{ep}.

| Consommation énergétique (en énergie primaire) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement | Emission des gaz à effet de serre (GES) pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement |
|--|---|
| Consommation conventionnelle : 120 kWh _{ep} /m ² .an | Estimation des émissions : 28 kg _{éqCO₂} /m ² .an |

Logement économe (A-G) / Logement

Logement économe (A-G) / Logement

Imagen 5.17. Página 1 del DPE. Fuente: Ministère de la Transition écologique et solidaite

- **Páginas 2 y 3:** En estas páginas se muestra información técnica del edificio y se incluyen una serie de consejos para mejorar la eficiencia energética del edificio.

| Diagnostic de performance énergétique – logement (6.2) | | |
|---|---|---------------------------------------|
| Descriptif du logement et de ses Équipements | | |
| Logement | Chauffage | Eau chaude sanitaire |
| Murs : | Système : | Système : |
| Toiture : | Émetteurs : | |
| Menuiseries : | Inspection > 15 ans : | |
| Plancher bas : | | |
| Energies renouvelables | Quantité d'énergie d'origine renouvelable | kWh _{ep} /m ² .an |
| Type d'équipements présents utilisant des énergies renouvelables : | | |
| <p>Pourquoi un diagnostic</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour informer le LUR, locataire ou acheteur ; Pour comparer différents logements entre eux ; Pour inciter à effectuer des travaux d'économie d'énergie et contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. <p>Usages recensés</p> <p>Le diagnostic ne relève pas l'ensemble des consommations d'énergie, mais seulement celles nécessaires pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement du logement. Certaines consommations comme l'éclairage, les procédés industriels ou spécifiques (cuisson, informatique, etc.) ne sont pas comptabilisées dans les étiquettes énergie et climat des bâtiments.</p> <p>Constitution de l'étiquette énergie</p> <p>La consommation d'énergie indiquée sur l'étiquette énergie est le résultat de la conversion en énergie primaire des consommations d'énergie du logement indiquées par les compteurs ou les relevés.</p> <p>Énergie finale et énergie primaire</p> <p>L'énergie finale est l'énergie que vous utilisez chez vous (gaz, électricité, fuel domestique, bois, etc.). Pour que vous disposiez de ces énergies, il aura fallu les extraire, les distribuer, les stocker, les produire, et donc dépenser plus d'énergie que celle que vous utilisez en bout de course.</p> <p>L'énergie primaire est le total de toutes ces énergies consommées.</p> <p>Variations des prix de l'énergie et des conventions de calcul</p> <p>Le calcul des consommations et des frais d'énergie fait intervenir des valeurs qui varient ensemble dans le temps. La mention « prix de l'énergie en date du... » indique la date de l'unité en vigueur au moment de l'établissement du diagnostic.</p> <p>Elle reflète les prix moyens des énergies que l'Observatoire de l'Énergie constate au niveau national.</p> <p>Énergies renouvelables</p> <p>Elles figurent sur cette page de manière séparée. Seules sont estimées les quantités d'énergie renouvelable produite par les équipements installés à demeure et utilisés dans la partie privative du lot.</p> | | |

Imagen 5.18. Página 2 del DPE. Fuente: Ministère de la Transition écologique et solidaire

| Diagnostic de performance énergétique – logement (6.1) | |
|---|---|
| <p>Conseils pour un bon usage</p> <p>En complément de l'amélioration de son logement (voir page suivante), il existe une multitude de mesures non coûteuses ou très peu coûteuses permettant d'économiser de l'énergie et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces mesures concernent le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le confort d'été.</p> | |
| <p>Chauffage</p> <ul style="list-style-type: none"> Régulez et programmez : La régulation vise à maintenir la température à une valeur constante, réglez le thermostat à 19 °C ; quant à la programmation, elle permet de faire varier cette température de consigne en fonction des besoins et de l'occupation du logement. On recommande ainsi de couper le chauffage durant l'occupation des pièces ou lorsque les besoins de confort sont limités. Toutefois, pour assurer une remontée rapide en température, on dispose d'un contrôle de la température réduite que l'on règle généralement à quelques 2 à 4 degrés inférieurs à la température de confort pour les absences courtes. Lorsque l'absence est prolongée, on conseille une température "hors-gel" fixée aux environs de 8°C. Le programmeur assure automatiquement cette tâche. Réduisez le chauffage d'un degré, vous économiserez de 5 à 10 % d'énergie. Éteignez le chauffage quand les fenêtres sont ouvertes. Fermez les volets et/ou tirez les rideaux dans chaque pièce pendant la nuit. Ne placez pas de meubles devant les émetteurs de chaleur (radiateurs, convecteurs,...), cela nuit à la bonne diffusion de la chaleur. <p>Eau chaude sanitaire</p> <ul style="list-style-type: none"> Arrêtez le chauffe-eau pendant les périodes d'inoccupation (départs en congés,...) pour limiter les pertes inutiles. Préférez les mitigeurs thermostatiques aux mélangeurs. <p>Aération</p> <p>Si votre logement fonctionne en ventilation naturelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> Une bonne aération permet de renouveler l'air intérieur et d'éviter la dégradation du bâti par l'humidité. Il est conseillé d'aérer quotidiennement le logement en ouvrant les fenêtres en grand sur une courte durée et nettoyez régulièrement les grilles d'entrée d'air et les bouches d'extraction s'il y a lieu. Ne bouchiez pas les entrées d'air, sinon vous pourriez mettre votre santé en danger. Si elles vous gênent, faites appel à un professionnel. <p>Si votre logement fonctionne avec une ventilation mécanique contrôlée :</p> | <ul style="list-style-type: none"> Aérez périodiquement le logement. <p>Confort d'été</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilisez les stores et les volets pour limiter les apports solaires dans la maison le jour. Ouvrez les fenêtres en créant un courant d'air, la nuit pour rafraîchir. <p>Autres usages</p> <p>Eclairage</p> <ul style="list-style-type: none"> Optez pour des lampes basse consommation (fluocompactes ou fluorescentes). Évitez les lampes qui consomment beaucoup trop d'énergie, comme les lampes à incandescence ou les lampes halogènes. Nettoyez les lampes et les luminaires (abat-jour, vasques...) ; poussiéreux, ils peuvent perdre jusqu'à 40 % de leur efficacité lumineuse. <p>Bureautique / audiovisuel</p> <ul style="list-style-type: none"> Éteignez ou débranchez les appareils ne fonctionnant que quelques heures par jour (téléviseurs, magnétoscopes,...). En mode veille, ils consomment inutilement et augmentent votre facture d'électricité. <p>Électroménager (cuisson, réfrigération,...) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Optez pour les appareils de classe A ou supérieure (A+, A++,...). |

Imagen 5.19. Página 3 del DPE. Fuente: Ministère de la Transition écologique et solidaire.

- **Página 4:** En la última página se incluyen recomendaciones específicas dadas por el evaluador al propietario de la vivienda.

| Diagnostic de performance énergétique - logement (6.1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------|----------|--|--|-----------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Recommandations d'amélioration énergétique | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sont présentées dans le tableau suivant quelques mesures visant à réduire vos consommations d'énergie. Les consommations, économies, efforts et retours sur investissement proposés ici sont donnés à titre indicatif et séparément les uns des autres. Certains coûts d'investissement additionnels éventuels (travaux de finition, etc.) ne sont pas pris en compte. Ces valeurs devront impérativement être complétées avant réalisation des travaux par des devis d'entreprises. Enfin, il est à noter que certaines aides fiscales peuvent minimiser les coûts moyens annoncés (subventions, crédit d'impôt, etc.). La TVA est comptée au taux en vigueur. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mesures d'amélioration | Nouvelle consommation Consommation (kWh/m².an) | Effort d'investissement | Economies | Rapacité de retour sur investissement | Crédit d'impôt | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Toit: murs extérieurs par l'extérieur | 127,0 | €€€ | ☆☆ | ⊙ | 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Robinets Thermostatiques | 123,1 | €€ | ☆☆ | ⊙⊙⊙⊙ | 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Légende:</th> </tr> <tr> <th>Economies</th> <th>Effort d'investissement</th> <th>Rapacité de retour sur investissement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>⊙: moins de 100 € TTC/an</td> <td>€: moins de 200 € TTC</td> <td>⊙⊙⊙⊙: moins de 5ans</td> </tr> <tr> <td>☆☆: de 100 à 200 € TTC/an</td> <td>€€: de 200 à 1000 € TTC</td> <td>⊙⊙⊙: de 5 à 10 ans</td> </tr> <tr> <td>☆☆☆: de 200 à 300 € TTC/an</td> <td>€€€: de 1000 à 5000 € TTC</td> <td>⊙⊙: de 10 à 15 ans</td> </tr> <tr> <td>☆☆☆☆: plus de 300 € TTC/an</td> <td>€€€€: plus de 5000 € TTC</td> <td>⊙: plus de 15 ans</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Légende: | | | Economies | Effort d'investissement | Rapacité de retour sur investissement | ⊙: moins de 100 € TTC/an | €: moins de 200 € TTC | ⊙⊙⊙⊙: moins de 5ans | ☆☆: de 100 à 200 € TTC/an | €€: de 200 à 1000 € TTC | ⊙⊙⊙: de 5 à 10 ans | ☆☆☆: de 200 à 300 € TTC/an | €€€: de 1000 à 5000 € TTC | ⊙⊙: de 10 à 15 ans | ☆☆☆☆: plus de 300 € TTC/an | €€€€: plus de 5000 € TTC | ⊙: plus de 15 ans |
| Légende: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Economies | Effort d'investissement | Rapacité de retour sur investissement | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⊙: moins de 100 € TTC/an | €: moins de 200 € TTC | ⊙⊙⊙⊙: moins de 5ans | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ☆☆: de 100 à 200 € TTC/an | €€: de 200 à 1000 € TTC | ⊙⊙⊙: de 5 à 10 ans | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ☆☆☆: de 200 à 300 € TTC/an | €€€: de 1000 à 5000 € TTC | ⊙⊙: de 10 à 15 ans | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ☆☆☆☆: plus de 300 € TTC/an | €€€€: plus de 5000 € TTC | ⊙: plus de 15 ans | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Commentaires :</p> <p>Les travaux sont à réaliser par un professionnel qualifié.</p> <p>Pour aller plus loin, il existe des points Info-énergie : http://www.ademe.fr/particuliers/PIE/liste_eie.asp</p> <p>Vous pouvez peut-être bénéficier d'un crédit d'impôt pour réduire le prix d'achat des fournitures, pensez-y ! http://www.impots.gouv.fr</p> <p>Pour plus d'informations : http://www.developpement-durable.gouv.fr ou http://www.ademe.fr</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Certifié par BUREAU VERITAS</p> <p>2 AVENUE RIVOLI 35000 RENNES</p> <p>certification: 01385006</p> | | | <p>Assuré par MAAF DIAGNOSTIQUEURS</p> <p>2 RUE DES PETITS CHAMPS 75001 PARIS</p> <p>N°:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Imagen 5.20. Página 4 del DPE. Fuente: Ministère de la Transition écologique et solidaite.

5.5.1.1 Contenido del certificado

Lo que contiene el certificado de eficiencia energética (DPE) es lo que se muestra a continuación [64]:

- Descripción de los equipos del edificio (calefacción, ACS, refrigeración, ventilación, etc..).
- Características del edificio.
- Evaluación de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía anual consumida.
- Evaluación de la cantidad de energía que proviene de las fuentes de energía renovables.
- Costo del consumo de energía (Euros/m² año).
- Clasificación del edificio certificado, con la escala de referencia para la etiqueta energética y climática.

5.5.1.2 Obligatoriedad

El DPE es obligatorio para los edificios nuevos cuya fecha de solicitud del permiso de construcción sea posterior al 30 de Junio de 2007. Las excepciones para las cuales no es necesario el DPE son las siguientes [64]:

- Edificios que se utilizan menos de 4 meses al año y edificios sin calefacción.
- Edificios de culto y monumentos históricos.
- Edificios que no están destinados al uso residencial.
- Edificios independientes con una superficie construida menor que 50 m².
- Construcciones provisionales que se utilicen menos de 2 años.

En el caso de la construcción de un nuevo edificio tampoco es obligatorio proporcionar el DPE en los siguientes casos:

- Edificios en los que no se usa energía para regular la temperatura interior.
- Edificios y partes de edificios cuya temperatura normal es menor o igual a 12 °C.
- Edificios que debido a las restricciones relacionadas con su uso, tengan una condiciones especiales de temperatura y calidad del aire y por ello, requieren de reglas especiales.

El DPE se debe adjuntar en los contratos de venta y alquiler al igual que en los anuncios inmobiliarios.

5.5.1.3 Validez

El DPE tiene una validez de 10 años, y es obligatorio desde el 1 de Noviembre de 2007.

5.5.1.4 Técnicos para la certificación

Desde el 1 de Noviembre de 2007, el encargado de llevar a cabo la DPE debe de ser un profesional acreditado por el CPFAC (Comité Francés de Acreditación).

Los requisitos para que los técnicos puedan realizar la certificación [64]:

- Para viviendas unifamiliares y apartamentos: El técnico certificador debe contar con 3 años de experiencia en el ámbito de la construcción y tener el

título Bac+2 (licenciado en el área técnica de la construcción). El periodo posterior de formación será de 3 días y realizará un examen de nivel 1.

- Para edificios residenciales: El técnico certificador debe tener el título Bac+2 (licenciado), Bac+3 (Máster) o Bac+5 (Doctorado) y contar con una experiencia en el sector de la construcción de 3, 2 ó 1 año respectivamente.

La acreditación de los técnicos certificados tiene una duración de 5 años y pasado este tiempo tendrá que pasar de nuevo un examen para seguir con la acreditación.

Estos técnicos no pueden tener ningún tipo de relación con el propietario de la vivienda a certificar, ni con empresas que puedan solicitar sus servicios para instalaciones.

5.5.2 Procedimiento de cálculo calificación energética

Al igual que en otros países, en Francia existen dos posibilidades para calcular la energía consumida anualmente: bien mediante métodos de evaluación reconocidos, basándose en figuras de referencia, o realizando una medición real de su consumo in situ.

Dependiendo de si el edificio es de nueva construcción o ya existente, y de la utilidad que se le da ha dicho edificio, existen varios métodos que se pueden utilizar para evaluar el consumo de energía convencional en la vivienda. Los dos métodos para evaluar el consumo de energía de la vivienda son [65]:

- **Método convencional (3CL)**

Se aplica para viviendas individuales construidas a partir de 1948.

El objetivo del método 3CL es elaborar un balance energético completo de los activos inmobiliarios para determinar su calidad energética. Las viviendas se clasifican de las más eficientes a las menos eficientes (A-G), de acuerdo con su consumo anual de energía primaria. Por ello gracias al factor de conversión de energía primaria, sabiendo la energía final consumida se podrá determinar la energía primaria que se ha requerido para satisfacer las necesidades de la vivienda.

El cálculo se basa en un estudio del sistema de calefacción y agua caliente sanitaria teniendo en cuenta la morfología del edificio, su ubicación, temperatura exterior, temperatura interior, etc.

Se basa en realizar una estimación, mediante un programa informático validado por el ministerio de Francia, del consumo de calefacción y agua caliente sanitaria. Se realiza una simulación del consumo de calefacción y agua corriente sanitaria para un uso estandarizado de la vivienda, que corresponde a una ocupación y un comportamiento estándar promedio. De

esta forma se podrán comparar viviendas que tengan las mismas características.

Los aspectos considerados en el método de cálculo 3CL para unas condiciones estándares son los siguientes:

- Ocupación diaria del edificio de 16h los días de la semana y 24h los fines de semana.
 - Un período de ausencia anual de una semana en invierno y dos en verano.
 - Una temperatura interior de 19 °C durante el día y 17 °C durante la noche en periodos de calefacción.
 - Un consumo de agua caliente promedio a la zona y proporcional a la dimensión del edificio.
 - Clima medio en 30 años con correcciones debido a la altitud y a la distancia de la costa.
- **Método de consumo real (método de las facturas)**

Se aplica a viviendas construidas antes de 1948, apartamentos equipados con sistemas de producción colectiva de calefacción, refrigeración y agua caliente y a edificios terciarios. Hay dos casos para calefacción colectiva y calefacción individual:

- En calefacción colectiva: El cálculo se basa en el promedio de las cargas de calefacción y agua caliente sanitaria en los 3 últimos años y en el área habitable del edificio.
- En calefacción individual: El cálculo se basa en el promedio de los 3 últimos años de la facturas de energía utilizadas para calefacción y agua caliente sanitaria y la superficie habitable de la propiedad.

Para los edificios públicos, el consumo de energía de dichos edificios se evalúa a través del método de las facturas, a partir de las facturas energéticas de los últimos 3 años.

En la siguiente tabla se mostrará el método de cálculo que se empleará en función del tipo de edificio, de si el EPC se realiza para todo el edificio y de si el sistema de calefacción es individual o colectivo.

Tabla 5.14. Metodología certificación energética utilizada en Francia. Elaboración propia. Fuente: Implementation of the EPBD in France

| | Edificios residenciales | | | | | | Edificios no residenciales |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|--|--------------------------|---|----------------------------|
| | EPC para todo el edificio | | Apartamento con sistema de calefacción colectivo cuando el EPC es para todo el edificio | EPC no se realiza para todo el edificio | | Apartamentos con sistema de calefacción colectivo | |
| | Construido antes de 1948 | Construido después de 1948 | | Apartamentos con sistema de calefacción individual | Construido antes de 1948 | | |
| Método convencional 3CL | | x | EPC para todo el edificio | | x | | |
| Método facturas | x | | | x | | x | x |

Etiqueta energética

El DPE incorpora dos tipos de etiquetas energéticas que son las siguientes [65]:

- **Etiqueta energética:** Para determinar el consumo de energía primaria en una escala que va de la A (bajo consumo, inferior a 50 kWh/m²año) a la G (alto consumo, más de 450 Kwh/m²año). El indicador energético utilizado para la calificación del edificio es el de energía primaria anual (KWh/m²año).
- **Etiqueta climática:** Es la que nos muestra las emisiones de gases de CO₂ en una escala que va de A (baja emisión, a menos de 5 kg de carbono equivalente/m²) a G (más de 80 kg de carbono equivalente/m², que ya se considera una emisión importante). El indicador energético utilizado para la calificación del edificio es el de emisiones anuales de CO₂ (kg CO₂/m² año).

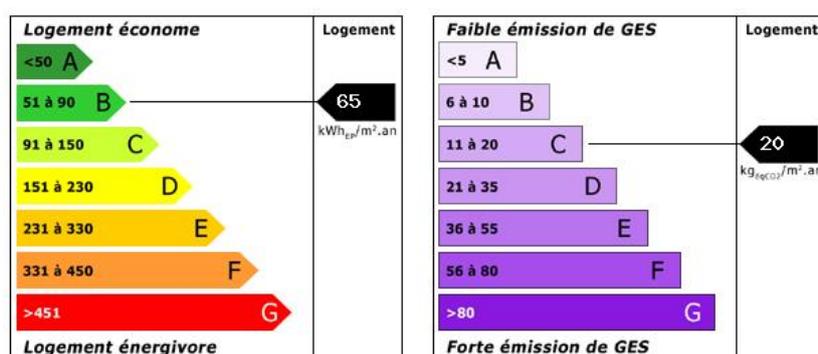


Imagen 5.21. Etiquetas energéticas en Francia. Fuente: Ministère de la Transition écologique et solidaire

5.5.3 Herramientas Francia

El decreto del 27 de Enero de 2012 especifica que cualquier diagnóstico de rendimiento energético (DPE) desarrollado a partir del 1 de Abril de 2013 que utilice el método de cálculo 3CL-DPE debe hacerse con un software validado por el Ministerio de Ecología de Francia.

Además, todos los DPE realizados a partir del 1 de Junio de 2013, son enviados a una base de datos gestionada por el ADEME (Agencia de medio ambiente y gestión de la energía) [68].

DPE-Batiment

Este programa es uno de los más utilizados en Francia para realizar los certificados energéticos y ha sido validado por el Ministerio de Ecología de Francia. Este programa permite evaluar el consumo de energía del edificio mediante los dos métodos descritos anteriormente [68]:

- Método de las facturas.
- Método 3CL-DPE.

El programa cuenta con distintos módulos que permiten obtener el diagnóstico de rendimiento energético para edificios del sector terciario, edificios de viviendas y edificios públicos.

Las principales funciones que tienen el software son:

- Permite ver los detalles de los cálculos del procedimiento 3CL-DPE.
- Existe la posibilidad de crear bibliotecas propias de elementos constructivos.
- Permite importar datos del fabricante en la base de datos EDIBATEC.
- Posibilidad de introducir fácilmente las características térmicas de la envolvente del edificio y de los sistemas.
- Realizar un estudio de medidas de mejora y calcular el impacto en el consumo de energía del edificio.
- Permite visualizar de manera sintética y en tiempo real, el gráfico de las pérdidas de la envoltura del edificio y su consumo.
- Genera de forma automática las recomendaciones más relevantes.

5.6 Certificación energética en Reino Unido

En el Reino Unido la implementación de la EPBD se divide en sus cuatro jurisdicciones. En Inglaterra y Gales el responsable es el Departamento de Comunidades y Gobierno Local (DCLG). Mientras que en Escocia el responsable es la División de Edificio escocés estándar (BSD) y en Irlanda del Norte el Departamento de Hacienda y Personal (DFPNI) [70] [71].

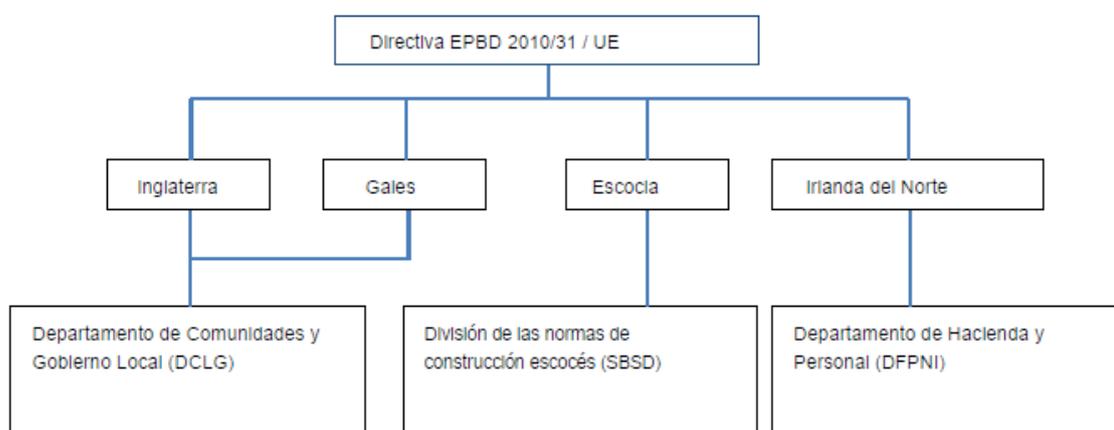


Imagen 5.22. Responsables certificación energética en las distintas jurisdicciones de Reino Unido

La base normativa del Reino Unido son los Reglamentos de Construcción (Building Regulations), que están formados por 14 epígrafes, de los cuales cada uno se ocupa de un campo específico como puede ser la seguridad contra incendios, la estructura, la conservación de la energía, etc .

En los primeros reglamentos de construcción, se establecieron los valores límite de la cantidad de energía que podía perderse a través de los componentes del edificio, lo que conocemos como transmitancia térmica (U). Estos valores se han ido actualizando en los sucesivos reglamentos de construcción y más tarde se introdujo el concepto de la Tasa de Emisión de Dióxido de Carbono de la vivienda (DER), con el que se pretende estimar las emisiones de dióxido de carbono por metro cuadrado de superficie.

En los reglamentos, además de fijar los valores de aislamiento, se tienen en cuenta otros aspectos como la estanqueidad del inmueble y las eficiencias de las distintas instalaciones de los edificios.

Actualmente, el plan del Reino Unido consiste promover medidas para la construir edificios de nueva construcción de energía casi cero e en sus cuatro jurisdicciones.

Este plan fue presentado por la Comisión Europea, junto a los objetivos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos el 34% en 2020 y 80 % en 2050, y se pretende llevar a cabo con las siguientes propuestas:

- Reducción de la demanda de la energía en los edificios. Como por ejemplo, realizando mejoras de eficiencia en los sistemas de calefacción, iluminación y en los electrodomésticos.

- Descarbonización de calefacción y de enfriamiento.

5.6.1 Certificado energético

Los certificados de eficiencia energética en Inglaterra, Gales, Escocia e Irlanda del Norte son prácticamente iguales, y solo se distinguen en pequeños aspectos [69].

El Gobierno de Inglaterra y Gales ha otorgado licencias de acreditación a los técnicos certificadores para la producción de los certificados energéticos. Existen diferentes tipos de acreditación en función de:

- El tipo de edificio (Residencial o no residencial).
- La complejidad de la construcción.
- El software a utilizar.
- Tipo de salida reguladora (EPC ó DEC).

Para la realización de los certificados energéticos se deben usar softwares aprobados por el gobierno.

Los EPC´s (Energy Performance Certificate) son producidos para los edificios en construcción, venta o alquiler y en cambio los DEC´s (Display Energy Certification) son producidos para los grandes edificios públicos. El formato y los contenidos de los EPC varían para edificios residenciales y no residenciales, aunque ambos tienen una validez de 10 años.

EDIFICIOS RESIDENCIALES

Se establece una escala de calificación energética que va de A a G. Siendo A una calificación energética correspondiente a un edificio muy eficiente y G a un edificio muy poco eficiente. Proporciona la calificación obtenida por el edificio, pero además también incluye la calificación potencial que obtendría el mismo si se efectuaran las recomendaciones que se establecen. La calificación actual se basa en las características del edificio, sus servicios, los niveles de funcionamiento y ocupación y el coste de la energía consumida.

También incluye una calificación de impacto ambiental y una lista de recomendaciones para mejorar el impacto ambiental y la eficiencia energética del edificio [69] [73].

La calificación del EPC para una unidad residencial ya existente en Inglaterra y Gales debe corresponder a la letra D. Y la calificación más baja obtenida por los edificios de nueva construcción corresponde a la clase C [69] [73] [74].

El EPC en Reino Unido consta de 4 páginas:

- Página 1:** En esta primera página podemos ver cuatro apartados. En el primero se especifican los datos del edificio (tipo de edificio, día que se realiza la inspección, número de referencia, tipo de certificado “SAP o RdSAP”, y superficie total de la vivienda). A continuación se muestra la estimación en tres años de los costes de calefacción, luz y agua caliente sanitaria, comparándolo con lo que costaría si se realizaran las recomendaciones que se incluyen en la página 3 del certificado. El siguiente punto corresponde con la calificación energética del edificio (Calificación SAP), donde también se incluye la que obtendría si se efectuaran las mejoras que se proponen en la página 3. Por último se resumen las tres mejores medidas para mejorar la eficiencia del edificio, indicando su coste y el ahorro que producirían en 3 años.

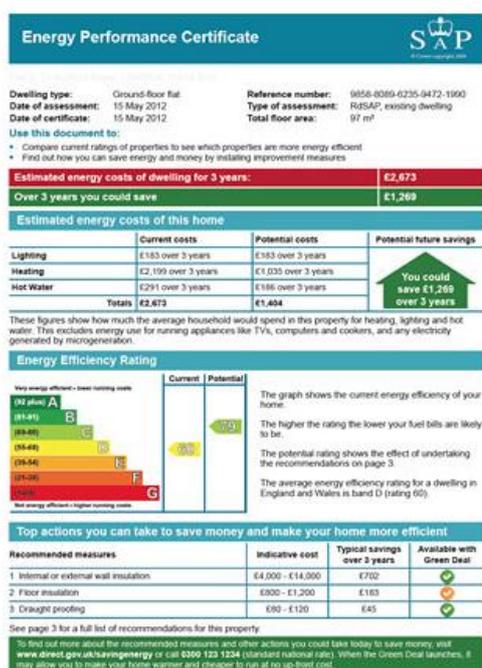


Imagen 5.23. Primera página EPC de un edificio residencial (UK). Fuente: Gov.UK

- Página 2:** Contiene una lista con los distintos elementos del edificio y un indicador que nos muestra la eficiencia de cada elemento. (paredes, suelos, ventanas, luz, calefacción..).

| Summary of this home's energy performance related features | | |
|--|---|-------------------|
| Element | Description | Energy Efficiency |
| Walls | Cavity wall, as built, partial insulation (assumed) | ★★★★☆ |
| Roof | Pitched, 75 mm loft insulation | ★★★★☆ |
| Floor | Solid, no insulation (assumed) | — |
| Windows | Partial double glazing | ★★☆☆☆ |
| Main heating | Boiler and radiators, mains gas | ★★★★☆ |
| Main heating controls | Programmer, room thermostat and TRVs | ★★★★☆ |
| Secondary heating | None | — |
| Hot water | From main system | ★★★★☆ |
| Lighting | Low energy lighting in 17% of fixed outlets | ★★☆☆☆ |

Current primary energy use per square metre of floor area: 206 kWh/m² per year

The assessment does not take into consideration the physical condition of any element. 'Assumed' means that the insulation could not be inspected and an assumption has been made in the methodology based on age and type of construction.

Low and zero carbon energy sources

Low and zero carbon energy sources are sources of energy that release either very little or no carbon dioxide into the atmosphere when they are used. Installing these sources may help reduce energy bills as well as cutting carbon. There are none provided for this home.

Opportunity to benefit from a Green Deal on this property

When the Green Deal launches, it may enable tenants or owners to improve the property they live in to make it more energy efficient, more comfortable and cheaper to run, without having to pay for the work upfront. To see which measures are recommended for this property, please turn to page 3. You can choose which measures you want and ask for a quote from an authorised Green Deal provider. They will organise installation by an authorised installer. You pay for the improvements over time through your electricity bill, at a level no greater than the estimated savings to energy bills. If you move home, the Green Deal charge stays with the property and the repayments pass to the new bill payer.

For householders in receipt of income-related benefits, additional help may be available.

To find out more, visit www.direct.gov.uk/savingenergy or call 0300 123 1234.



Imagen 5.24. Segunda página EPC de un edificio residencial (UK). Fuente: Gov.UK

- **Página 3:** Donde aparecen todas las medidas para mejorar la eficiencia energética del edificio. En cada recomendación aparece el precio que supondría efectuar la mejora, lo que se ahorraría por año y la calificación energética del edificio que se alcanzaría con dicha recomendación.

Recommendations

The measures below will improve the energy performance of your dwelling. The performance ratings after improvements listed below are cumulative; that is, they assume the improvements have been installed in the order that they appear in the table. Further information about the recommended measures and other simple actions you could take today to save money is available at www.direct.gov.uk/savingenergy. Before installing measures, you should make sure you have secured the appropriate permissions, where necessary. Such permissions might include permission from your landlord (if you are a tenant) or approval under Building Regulations for certain types of work.

Measures with a green tick are likely to be fully financed through the Green Deal, when the scheme launches, since the cost of the measures should be covered by the energy they save. Additional support may be available for homes where solid wall insulation is recommended. If you want to take up measures with an orange tick , be aware you may need to contribute some payment up-front.

| Recommended measure | Indicative cost | Typical savings per year | Rating after improvement | Green Deal finance |
|---|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Increase loft insulation to 270 mm | £100 - £350 | £47 | E 51 | |
| Cavity wall insulation | £500 - £1,500 | £179 | D 59 | |
| Draught proofing | £80 - £120 | £26 | D 60 | |
| Low energy lighting for all fixed outlets | £50 | £43 | D 61 | |
| Replace boiler with new condensing boiler | £2,200 - £3,000 | £339 | G 74 | |
| Solar water heating | £4,000 - £6,000 | £34 | C 75 | |
| Replace single glazed windows with low-E double glazing | £3,300 - £6,500 | £41 | C 76 | |

Alternative measures

There are alternative measures below which you could also consider for your home.

- External insulation with cavity wall insulation
- Biomass boiler (Exempted Appliance if in Smoke Control Area)
- Air or ground source heat pump
- Micro CHP

Choosing the right package

Visit www.epcadvicer.direct.gov.uk, our online tool which uses information from this EPC to show you how to save money on your fuel bills. You can use this tool to personalise your Green Deal package.



| Green Deal package | Typical annual savings |
|------------------------------------|------------------------------|
| Loft insulation | Total savings of £587 |
| Cavity wall insulation | |
| Draught proofing | |
| Condensing boiler | |
| Electricity/gas/other fuel savings | £0 / £587 / £0 |

You could finance this package of measures under the Green Deal. It could save you **£587 a year** in energy costs, based on typical energy use. Some or all of this saving would be recouped through the charge on your bill.

Imagen 5.25. Tercera página EPC de un edificio residencial (UK). Fuente: Gov.UK

- Página 4:** En esta última página, aparecen los datos del técnico evaluador que se encarga de hacer el certificado energético. También aparece el impacto del edificio en el medio ambiente (Calificación del impacto ambiental), ya que se clasifica el edificio en una escala de la G a la A (de más a menos emisiones de CO₂ emitidas), en función de las toneladas de CO₂ emitidas por año. Además incluye una estimación de las emisiones que se emitirían en el caso de que se llevaran a cabo las mejoras propuestas.

17 Any Street, District, Any Town, B5 5XX
13 March 2012 RRN: 0019-9629-8430-2785-5096 **Energy Performance Certificate**

About this document

The Energy Performance Certificate for this dwelling was produced following an energy assessment undertaken by a qualified assessor, accredited by AAA Energy Assessors Ltd. You can get contact details of the accreditation scheme at www.aaa.co.uk, together with details of their procedures for confirming authenticity of a certificate and for making a complaint. A copy of this EPC has been lodged on a national register. It will be publicly available and some of the underlying data may be shared with others for the purposes of research, compliance and direct mailing of relevant energy efficiency information. The current property owner and/or tenant may opt out of having this information disclosed.

Assessor's accreditation number: AAA_123456
Assessor's name: John Smith
Phone number: 030 5555 1234
E-mail address: john.smith@isp.net
Related party disclosure: No related party

Further information about Energy Performance Certificates can be found under Frequently Asked Questions at www.epcregister.com.

About the impact of buildings on the environment

One of the biggest contributors to global warming is carbon dioxide. The energy we use for heating, lighting and power in homes produces over a quarter of the UK's carbon dioxide emissions.

The average household causes about 6 tonnes of carbon dioxide every year. Based on this assessment, your home currently produces approximately 9.5 tonnes of carbon dioxide every year. Adopting the recommendations in this report can reduce emissions and protect the environment. If you were to install these recommendations you could reduce this amount by 5.6 tonnes per year. You could reduce emissions even more by switching to renewable energy sources.

The environmental impact rating is a measure of a home's impact on the environment in terms of carbon dioxide (CO₂) emissions. The higher the rating the less impact it has on the environment.

Current rating **4/3**

Higher CO₂ emissions: C (11-20), F (21-28), E (29-44), D (45-49), **C (50-60)**, B (61-81), A (82 plus)
Lower CO₂ emissions

Potential rating **7/4**

Your home's heat demand

For most homes, the vast majority of energy costs derive from heating the home. Where applicable, this table shows the energy that could be saved in this property by insulating the loft and walls, based on typical energy use (shown within brackets as it is a reduction in energy use).

| Heat demand | Existing dwelling | Impact of loft insulation | Impact of cavity wall insulation | Impact of solid wall insulation |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Space heating (kWh per year) | 22,154 | (1179) | (4535) | N/A |
| Water heating (kWh per year) | 2,792 | | | |

Addendum

This dwelling may have narrow cavities and so requires further investigation to determine which type of cavity wall insulation is best suited.

Imagen 5.26. Cuarta página del EPC de un edificio residencial (UK). Fuente: Gov.UK

EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

El rendimiento energético se muestra de igual forma en una escala que va de A a G. El EPC para edificios no residenciales incluye dos puntos de referencia; la calificación energética si la propiedad es un edificio nuevo y la calificación energética si es un edificio ya existente. Este punto de referencia indica la calificación que debería tener un edificio de similares características al que se está realizando el estudio ya sea de nueva construcción o ya existente. La clasificación energética para este tipo de edificios depende directamente de las emisiones de CO₂.

Los EPC´s cuentan con recomendaciones con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los edificios. Estas mejoras pueden ser tanto las más sencillas que proporcionan beneficios económicos, como con las que se alcanzan los estándares más elevados, pero no son igual de rentables. En cada recomendación se incluyen los costes de la implementación, el ahorro producido y la calificación que se obtendría si se realizara dicha recomendación [69] [72] [74].

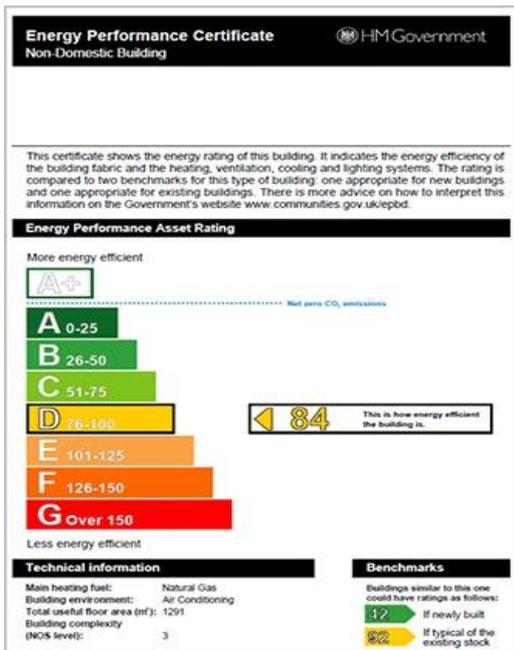


Imagen 5.27. Primera página del EPC de un edificio no residencial (UK). Fuente: Gov.UK

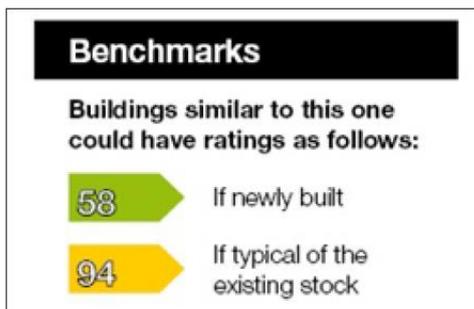


Imagen 5.28 Puntos de referencia edificios no residenciales (UK). Fuente: Gov.UK

EDIFICIOS PÚBLICOS

En el caso de edificios públicos el documento que se utiliza para la certificación energética del edificio es el **DEC (Display energy certificates)** en lugar del ya conocido EPC. Esto es obligatorio en todas las regiones de Reino Unido salvo en Escocia, donde es obligatorio el certificado de eficiencia energética (EPC).

El DEC muestra el rendimiento energético de un edificio basado en el consumo real de energía del edificio y en el área utilizable del edificio, en lugar de estimaciones realizadas con programas informáticos.

De igual manera que los EPC´s usan una escala que va de la A (edificio más eficiente) a la G (edificio menos eficiente). En este caso, se muestra el rendimiento energético del edificio en comparación con el rendimiento de otros edificios del mismo tipo. Se establece un punto de referencia para cada categoría de edificios, a través del valor promedio de todos los edificios de esa categoría. De esta manera, un edificio con un rendimiento igual al valor promedio de los edificios de su

categoría, tendría una calificación de 100. Un edificio que dio como resultado cero emisiones de CO₂, obtendría una calificación de cero y por último, un edificio que dio como resultado el doble de emisiones de CO₂ que el valor promedio para los edificios de su categoría, obtendría una calificación de 200 [69][70][71].

Edificios que necesitan un certificado

Se requiere un DEC en lugar de un EPC si se cumplen los siguientes requisitos:

- Edificio es visitado con frecuencia.
- La superficie total del edificio es superior a 250 m².
- Está ocupado por una autoridad pública.

Como se ha dicho anteriormente, los edificios públicos en Escocia deberán tener un EPC (Energy performance certificate) en lugar del DEC (Display energy certificates).

Duración

Los DEC's tienen una validez de 1 año para aquellos edificios con una superficie útil total de más de 1000 metros cuadrados y de 10 años en el caso de aquellos edificios con una superficie útil entre 250 y 1000 metros cuadrados.

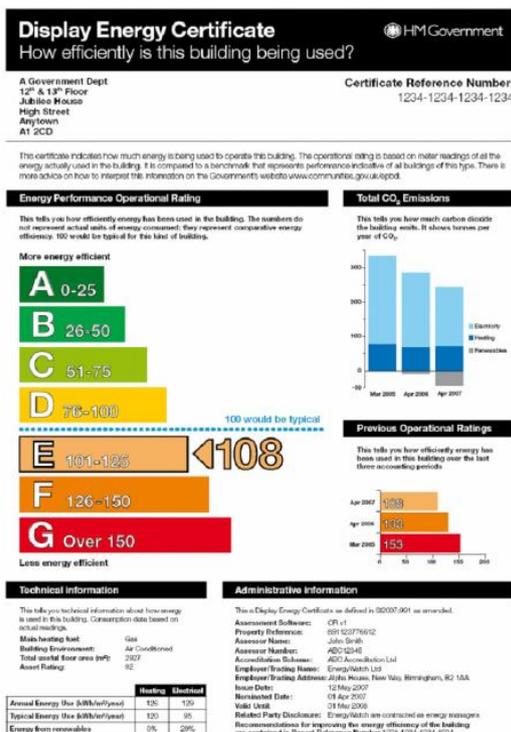


Imagen 5.29. Imagen DEC (UK). Fuente: Gov.UK

5.6.1.1 Contenido del certificado

En resumen todos los EPC´s independientemente del tipo de edificio deben tener los siguientes puntos [70]:

- Datos del edificio.
- Calificación energética del edificio con la etiqueta energética.
- Estimación costes de calefacción, luz y agua caliente sanitaria.
- Eficiencia energética de cada elemento del edificio.
- Mejoras propuestas para mejorar la eficiencia del edificio, donde se indica el coste de la instalación, el ahorro que se produciría por año y la calificación energética del edificio con dichas mejoras.
- Puntos de referencia en el caso de edificios no residenciales.
- Datos del técnico evaluador.
- Toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera por año.

5.6.1.2. Obligatoriedad

Los EPC´s son obligatorios para edificios residenciales y no residenciales, tanto de nueva construcción como los ya existentes cuando se proceda a su venta o alquiler. Sin embargo hay una serie de edificios que están exentos [69]:

- Edificios independientes (que no sean viviendas) con una superficie útil inferior a 50 m².
- Edificios temporales con un uso planificado de 2 años o inferior.
- Edificios con poca demanda de energía.
- Edificios vendidos con el propósito de demolición.
- Edificios históricos o lugares de culto.

5.6.1.3. Validez

El periodo de validez de los EPC´s en Reino Unido es de 10 años [70].

5.6.1.4. Técnicos para la certificación

Las únicas personas que pueden realizar los EPC´s son los técnicos que han sido acreditados por el gobierno de Reino Unido. Estos pueden trabajar por medio de organizaciones empresariales o por su cuenta propia indistintamente.

En el caso de los edificios existentes, el técnico certificador deberá realizar una inspección física del edificio visitando todos los lugares necesarios. Y para los edificios de nueva construcción, toda esa información la podrá encontrar en el proyecto de ejecución.

5.6.2 Procedimiento de cálculo calificación energética

El **SAP (Procedimiento de evaluación Estándar)** es la metodología utilizada por el Gobierno para evaluar y comparar el rendimiento energético y ambiental de las viviendas. Su propósito es proporcionar evaluaciones precisas y confiables de los rendimientos energéticos de la vivienda, que son necesarios para respaldar las iniciativas de política energética y ambiental. Los aspectos que tiene en cuenta esta metodología son los siguientes [75]:

- Sistemas de calefacción, ACS y aire acondicionado.
- Ventilación.
- Aislamientos y tipología de las cubiertas.
- Tipología del edificio.
- Año de construcción.
- Medidas del edificio.
- Tipología del acristalamiento utilizado.
- Número de zonas habitables.

SAP fue desarrollado por la Consejería de Medio ambiente en 1992, como una herramienta para ayudar a cumplir sus políticas de eficiencia energética. La metodología SAP se basa en el modelo de energía doméstica BRE (BREDEM), que proporciona un marco para calcular el consumo de energía de las viviendas [76].

En 1994, SAP fue citada en la Parte L de las Normas de Construcción con el objetivo de realizar los análisis de rendimiento energético. Se aplica a edificios existentes y de nueva construcción, sin embargo en 2005 se introdujo un método simplificado para las viviendas existentes, conocido como RdSAP, de menor coste y que no trabaja con tanta precisión. Este método simplificado consiste en una

adaptación del SAP para incluir un conjunto de supuestos acerca de la construcción basado en el momento de la construcción del edificio, ya que en el caso de edificios existentes, no siempre se dispone de la información necesaria.

Por lo que para edificios existentes se utiliza el método RdSAP (método simplificado), mientras que para los edificios de nueva construcción que se basan en la actual normativa de construcción, el método utilizado es el SAP, que trabajaría con mayor precisión.

Funcionamiento

SAP trabaja evaluando cuánta energía consumirá una vivienda, fijando unos niveles de comodidad y de condiciones ambientales. La evaluación se basa en suposiciones estandarizadas de ocupación y comportamiento. De esta forma se pueden realizar comparaciones del rendimiento energético entre edificios con características similares. Este método permitirá calcular factores las emisiones de CO₂ y el coste del combustible [77].

SAP cuantifica el rendimiento de una vivienda a través de los siguientes indicadores:

- Consumo de energía primaria por unidad de superficie y año.
- La calificación energética basada en el coste de energía en función de la superficie del edificio (**Calificación SAP**), expresada en una escala de 1 a 100, siendo 1 la calificación más baja que implicaría mayores costes y 100 la calificación más alta que implicaría costes mucho menores.
- Emisiones de CO₂ en función de la superficie del edificio (**Calificación de Impacto Ambiental**), expresadas en una escala de 1 a 100, donde una calificación más baja implica mayor cantidad de emisiones de CO₂.
- La **Tasa de Emisión de Vivienda (DER)**: Es un indicador similar a la calificación de impacto ambiental, pero se expresa en kg CO₂/m² año. Se calcula en función del diseño y la especificación propuesta para la vivienda. Este valor (DER), se compara con la tasa de emisión objeto (TER), que también ha sido calculado mediante el procedimiento SAP y corresponde con el valor de las emisiones en una vivienda de tamaño y formas similares a la vivienda propuesta (edificio objeto). De esta manera el TER es un estándar mínimo permisible para el rendimiento energético de un edificio, por lo que el valor del DER no deberá superar al TER.
- **TFEE (Target Fabric Energy Efficiency rates)**: Es el requisito mínimo de rendimiento energético para una vivienda y se expresa como la cantidad de energía demandada (KWh/m² año).

Estos indicadores energéticos se basan en estimaciones del consumo anual de energía para la provisión de calefacción, producción de agua caliente sanitaria,

ventilación e iluminación, teniendo en cuenta el ahorro producido por las tecnologías de energías renovables. No se tendrá en cuenta la localización del edificio, su climatología, ni el consumo de iluminación y electrodomésticos.

La calificación se calcula en función de la superficie del edificio, y es independiente del número de personas que viven en el edificio y de los aparatos domésticos, por lo que esto permite comparar la calificación energética de los edificios de similares características.

Etiqueta energética

La etiqueta energética del Reino Unido aparece en la primera página del certificado. La calificación energética que se muestra en esta etiqueta, ha sido obtenida mediante la **Calificación SAP**. Como ya se ha comentado anteriormente, es una escala que se basa en el coste de energía en función de la superficie y va de 1 (edificio muy poco eficiente) a 100 edificio muy eficiente [69].

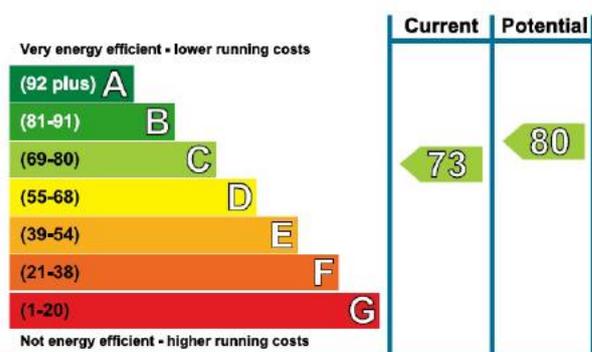


Imagen 5.30. Etiqueta energética Reino Unido (Calificación SAP). Fuente: Implementation of the EPBD in UK

En la última página del certificado, aparece la **Calificación de Impacto Ambiental**, que también cuenta con una escala que va de 1 a 100.

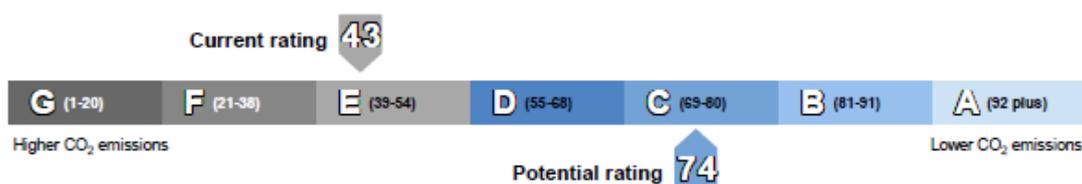


Imagen 5.31. Etiqueta energética Reino Unido (Calificación Impacto ambiental). Fuente: Implementation of the EPBD in UK

5.6.3 Herramientas UK

El procedimiento SAP se utiliza para desarrollar el cumplimiento normativo y para elaborar certificados de rendimiento energético para nuevas viviendas en las distintas regiones del Reino Unido. En Inglaterra desde el 6 de abril de 2014, en Gales desde el 31 de julio de 2014 y en Escocia desde el 1 de octubre de 2015 [76].

Por otro lado, el procedimiento simplificado RdSAP se utiliza para producir certificados de rendimiento de energético para viviendas existentes y se aplica a todas las regiones del Reino Unido desde el 8 de diciembre de 2014.

Para la realización de los EPC´s, se necesita un software comercial que esté validado y aprobado por el gobierno. A continuación se mostrará una lista de programas validados para SAP.

Softwares aprobados para SAP

Son válidos para todas las regiones del Reino Unido excepto para Irlanda del Norte [78].

- EES Design SAP
- Plan Assessor
- FSAP
- JPA
- ZAPADOR
- iQ-Energy SAVIA

Software FSAP

Este software es uno de los más utilizados en la industria para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción, cumpliendo con el procedimiento estándar (SAP). El cálculo del consumo energético se basará en realizar un balance de energía, teniendo en cuenta todos los factores que influyen en el cálculo de la eficiencia energética (aislamiento térmico, la ventilación, las ganancias solares y las tecnologías renovables) [79].

Algunas de las características con las que cuenta el programa son las siguientes:

- Cálculo del valor de la transmitancia térmica (U), ya que contiene una lista actualizada de los materiales.
- Posibilidad de cambiar elementos de las distintas áreas de forma sencilla.
- Visualización del impacto ambiental en tiempo real con cada una de las nuevas entradas de datos, permitiéndonos ver cómo cambian los valores: DER/TER y DFEE/TFEE.

5.7 Certificación energética en Portugal

La transposición legal de la EPBD europea en Portugal es responsabilidad del Ministerio de Economía, Innovación y Desarrollo y del Ministerio de Medio Ambiente y Planificación Especial.

El gobierno de Portugal nombró a ADENE (Agencia Portuguesa de Energía) [80] como la autoridad emisora para la certificación energética de edificios bajo la supervisión de la Dirección General de Energía y Geología (DGEG), para cuestiones relacionadas con la certificación y eficiencia energética, y a la Agencia Portuguesa de Medio Ambiente (APA), por cuestiones relacionadas con la calidad del aire en los edificios.

Se han promulgado varios Decretos con el objetivo de implementar las exigencias de las normativas impuestas por las distintas Directivas Europeas en lo referente a la eficiencia energética en los edificios [81].

Decreto nº 118/2013, de 20 de agosto

Con este Decreto se aprobó el Sistema de Certificación Energética de los Edificios, el Reglamento de Desempeño Energético de los Edificios de Viviendas (REH) y el Reglamento de Desempeño Energético de los Edificios de Comercio y Servicios (RECS), además de trasponer la Directiva 2010/31/UE sobre el rendimiento energético de los edificios. Sus principales objetivos son:

- Certificar el rendimiento energético de los edificios.
- Asegurar las exigencias en lo que se refiere a la eficiencia energética y a la utilización de sistemas de energía renovables establecidas en el REH y en el RECS.
- Identificar medidas de mejora de rendimiento energético aplicable a los edificios.

El Sistema de Certificación Energética de los Edificios (SCE)

Con este sistema, tanto los pre-certificados (certificados energéticos para edificios nuevos emitidos en la fase del proyecto) como los certificados, se hacen obligatorios en las operaciones de compra, venta y alquiler de los edificios.

El Reglamento de Eficiencia Energética de los Edificios de Vivienda (REH)

Establece los requisitos para los edificios de viviendas, nuevos o los sujetos a intervenciones, así como los parámetros y metodologías de caracterización del rendimiento energético de todos los edificios de viviendas y de sus sistemas técnicos, con el objetivo de mejorar el comportamiento térmico, la eficacia de los sistemas y la minimización del riesgo de que se produzcan condensaciones superficiales en los elementos del entorno.

El Reglamento de Eficiencia Energética de los Edificios de Comercio y Servicios (RECS)

El RECS establece las reglas a tener en cuenta en el diseño, construcción y mantenimiento de edificios de comercio y servicios, así como los requisitos para promover la eficiencia energética y la calidad del aire interior.

Decreto nº 68-A/2015, de 30 de abril

Este Decreto establece las disposiciones en materia de eficiencia energética y cogeneración, trasponiendo la Directiva 2012/27/UE, sobre la eficiencia energética en los edificios.

Los posteriores Decretos que han modificado al Decreto nº 118/2013, relativo al rendimiento energético de los edificios han sido:

- Decreto nº 194/2015
- Decreto nº 251/2015
- Decreto nº 28/2016

5.7.1 Certificado energético

El certificado de eficiencia energética en Portugal se conoce como “Certificado de desempenho energético”.

Desde el 1 de enero de 2009, es obligatorio que cualquier edificio, ya sea nuevo o existente, debe poseer un certificado energético en el momento de su compra, venta o alquiler y además desde el 2013, la calificación energética tiene que mostrarse en los anuncios para la venta o alquiler del piso.

Existen dos tipos de certificados, uno para edificios residenciales y otro para no residenciales.

En los edificios residenciales cada apartamento está certificado de forma individual, mientras que en los no residenciales se emitirá un solo EPC para todo el edificio en el caso de que cuente con un sistema de aire acondicionado centralizado [82] [83].

El cuerpo principal de la EPC consta de 4 páginas. La primera contiene información sencilla para que sea entendida por los usuarios y las restantes proporcionan información más técnica sobre todas las características de construcción que influyen en la eficiencia energética.

Esta EPC contiene tres indicadores energéticos (para la calefacción, refrigeración y ACS). Además para los edificios no residenciales, también se incluye un indicador de iluminación.

Estos indicadores muestran la eficiencia energética del edificio comparándolo con el edificio de referencia. La etiqueta energética clasifica los edificios en una escala que va de A+ (más eficiente) a la F (menos eficiente) y se basa en cálculos en términos de energía primaria.

Otro aspecto que se muestra en esta primera página son las emisiones de CO₂ emitidas y el porcentaje de energía renovable que ha intervenido.



Imagem 5.32. Página 1 EPC Portugal. Fuente: Implementation of the EPBD in Portugal

En la página 2 del EPC para edificios residenciales, se informa sobre la calidad de los componentes de la envoltura, en base a un número de estrellas. Para cada elemento se le asignará un determinado número de estrellas, que va de 0 a 5 en función de un mayor o menor rendimiento térmico. Además, en esta misma página también se evalúa el comportamiento de la construcción durante la temporada de invierno y verano, para tener una idea acerca de las pérdidas y ganancias que sufre el edificio en distintos periodos de tiempo.

| Tipo | Descrição das Principais Soluções | Classificação |
|-----------------|--|---------------|
| 1 PAREDES | Parede dupla sem isolamento térmico | ★ ★ ☆ ☆ ☆ |
| | Parede simples com isolamento térmico pelo exterior | ★ ★ ★ ★ ★ |
| 2 COBERTURAS | Cobertura inclinada de madeira sem isolamento térmico | ☆☆☆☆☆ |
| 3 PAVIMENTOS | Pavimento interior sem isolamento térmico | ★☆☆☆☆ |
| 4 JANELAS | Janela simples com caixilharia de alumínio sem corte térmico e vidro simples | ★☆☆☆☆ |

1) - Walls; 2) - Roofs; 3) - Floors; 4) - Windows

Pior ☆☆☆☆☆ Melhor ★★★★★

Imagem 5.33. Página 2 EPC Portugal (Calificación componentes de la envoltura). Fuente: Implementation of the EPBD in Portugal



Imagem 5.34. Página 2 EPC Portugal (Ejemplo de pérdidas de calor y ganancias del edificio). Fuente: Implementation of the EPBD in Portugal

Las medidas de mejora y recomendaciones para mejorar la eficiencia energética, se encuentran en la página 3. En la página 4 se incluyen definiciones, notas e información estadística acerca de la calificación energética de los edificios. De este modo se puede comparar el grado de eficiencia energética del edificio en comparación con la media del mercado.

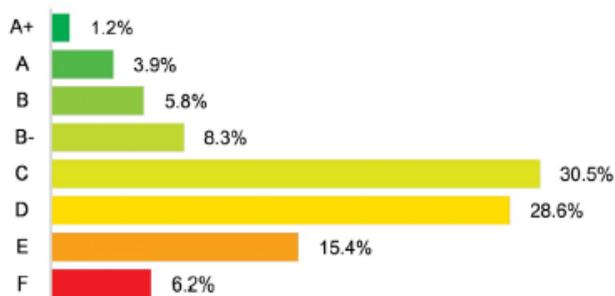


Imagem 5.35. Página 4 EPC Portugal (Ejemplo distribución energética de los edificios de Portugal). Fuente: Implementation of the EPBD in Portugal

5.7.1.1 Contenido del certificado

El contenido de los EPC´s en Portugal es el que se muestra a continuación [83]:

- Número de referencia, dirección e imagen del edificio.
- Superficie útil.
- Fecha de emisión.
- Indicadores energéticos (Calefacción, refrigeración y ACS).
- Calificación energética del edificio con la etiqueta energética.
- Emisiones de CO₂ emitidas por metro cuadrado de superficie y porcentaje de energías renovables utilizado.
- Evaluación de la calidad de los componentes de la envoltura del edificio.
- Balance de pérdidas y ganancias de calor.
- Número de registro del evaluador.
- Recomendaciones para mejorar la eficiencia energética.
- Información estadística.

5.7.1.2 Obligatoriedad

A los edificios que se les debe realizar el certificado energético son los siguientes [84]:

- Edificios residenciales de nueva construcción.
- Edificios de uso comercial con una superficie útil superior a 1000 m².
- Edificios de entidades públicas con una superficie superior a 250 m².
- Edificios existentes a partir del momento de puesta en venta.

Los edificios en los que no hay que realizar un certificado energético son:

- Instalaciones industriales y agrícolas.

- Lugares de culto.
- Edificios destinados a talleres o almacenes.
- Edificios unifamiliares con una superficie útil inferior a 50 m².
- Edificios en ruinas.
- Infraestructuras militares.
- Edificios históricos.

5.7.1.3 Validez

La validez de las EPC´s en Portugal es de 10 años en el caso de edificios de viviendas y de pequeños edificios de comercio y servicios, y de 8 años en el caso de grandes edificios de comercio y servicios [84].

5.7.1.4 **Técnicos para la certificación**

Las personas encargadas de realizar los certificados energéticos son ingenieros o arquitectos que deben contar con más de 5 años de experiencia en el sector de la eficiencia energética en la construcción y deben de cumplir unos ciertos requisitos establecidos por ADENE (Agencia para la energía de Portugal). Esta entidad es la encargada de formar a los candidatos y realizar el examen que les habilite para poder llegar a ser técnicos certificadores [84].

5.7.2 Procedimiento de cálculo calificación energética

La eficiencia energética de un edificio se mide en función del indicador de Eficiencia Energética (IEE). El valor del IEE se determina mediante la suma de los diferentes consumos anuales de energía, agrupados en indicadores parciales y por unidad de superficie, siguiendo la siguiente expresión [85]:

$$IEE = IEE_s + IEE_T - IEE_{ren}$$

Donde:

- IEE_s : Corresponde con el consumo de energía que se considera para el cálculo de la calificación energética del edificio. Tiene en cuenta los siguientes aspectos:
 - Calentamiento y enfriamiento.
 - Ventilación y bombeo (sistemas HVAC).
 - Calentamiento de agua.
 - Iluminación (Edificios no residenciales).

- IEE_T : Corresponde con el consumo de energía que no se considerará a efectos de cálculo de la clasificación energética del edificio.
- IEE_{ren} : Hace referencia a la producción de energía eléctrica y térmica correspondiente a las fuentes de energía renovables.

De esta forma se determinará el **IEE del edificio** y el **IEE del edificio de referencia** para posteriormente compararlos y verificar si cumplen los requisitos impuestos por el gobierno.

Para determinar los IEE de los edificios, existen varios métodos que se utilizarán en función del tipo de edificio que se vaya a certificar [86]:

A) Método de simulación dinámico multizona

Este método se utilizará cuando se cuente con más de una zona climatizada, y el edificio esté expuesto a variaciones de carga internas. Permite la simulación década zona térmica de forma autónoma, considerando las siguientes características (ocupación, orientación y sistemas instalados entre otros).

B) Cálculo dinámico simplificado monozona

Este método simplificado calculará las necesidades sobre una base horaria de energía para calefacción y refrigeración. El edificio se considera como una sola zona térmica.

C) Método de Consumo Efectivo

Con este método, el IEE se calcula a partir del consumo medio anual de energía final (E_f), por fuente de energía (i) y teniendo en cuenta el correspondiente factor de conversión a energía primaria (F_{pi}) y el área útil del edificio.

$$IEE = \frac{1}{A_p} \sum_i E_{fi} F_{pi}$$

Tabla 5.15. Métodos de certificación energética en Portugal

| NUEVO EDIFICIO | | EDIFICIO EXISTENTE | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Simulación dinámica Multizona | Cálculo simplificado Monozona | Simulación dinámica Multizona | Cálculo simplificado Monozona | Consumo efectivo |

Etiqueta energética

Como se ha comentado anteriormente, la etiqueta energética incluye tres indicadores de eficiencia energética para calefacción, refrigeración y ACS. Para los edificios no residenciales también se incluyen indicadores de iluminación. Cada uno de estos indicadores determina si el edificio es más o menos eficiente en comparación con su referencia [83].

La etiqueta energética clasifica los edificios en una escala que va de A+ (Alta eficiencia) a F (baja eficiencia). Esta clasificación se basa en la energía primaria consumida por superficie (kWh/m²) y en emisiones de CO₂ por superficie (kg/m²).



Imagem 5.36. Etiqueta energética Portugal. Fuente: ADENE

5.7.3 Herramientas Portugal

La Agencia Portuguesa de Energía (ADENE) ha validado el software de la compañía CYPE para la certificación energética de los edificios [87].

Existen dos programas de la compañía CYPE para evaluar la eficiencia energética de los edificios, en función de si son edificios residenciales o de otro ámbito (CYPETHERM REH y CYPETHERM RECS).

CYPETHERM REH

Este programa sirve para evaluar la eficiencia energética de los edificios de viviendas según el Reglamento de eficiencia energética de edificios de viviendas (REH). Calcula distintos parámetros relacionados con la eficiencia energética y los compara con el edificio de referencia [88].

- Cálculo de la transmitancia térmica de los elementos constructivos.
- Cálculo de la transmitancia térmica de los elementos en contacto con el suelo.

- Cálculo de la capacidad térmica del edificio.
- Verificación de la existencia de condensación superficial.

CYPETHERM CER PLUS

Esta herramienta ha sido diseñada para evaluar la eficiencia energética de los servicios y edificios de comercio, según el Reglamento de eficiencia energética de los edificios de comercio y servicios (RECS) [89].

Utiliza el motor de cálculo EnergyPlus, que hora a hora, realiza el cálculo de las necesidades energéticas de cada zona del edificio, determinando para cada equipo del edificio, la energía útil suministrada, la energía final consumida y el equivalente de energía primaria.

El programa se divide en tres secciones:

- Edificio: En esta sección se introducen todos los datos generales del edificio, así como los elementos constructivos de cada zona del edificio. Se establecen también los sistemas de calefacción, refrigeración y ACS.
- Plantas: En las plantas del edificio es posible modificar las características de los elementos constructivos.
- Verificación reglamentaria: una vez realizada la simulación del edificio se obtiene un listado con los resultados obtenidos.

Estas herramientas que se han comentado utilizan el **método de simulación dinámico multizona** para realizar la certificación energética de los edificios. Sin embargo, el Laboratorio General de Energía y Geología (LNEG) ha desarrollado el programa STE MONOZONA que utiliza el **método dinámico simplificado monozona** para realizar certificados energéticos de edificios destinados al comercio y a servicios [90].

5.8 Certificación energética en Italia

El certificado de rendimiento energético en Italia se conoce como Attestato di Prestazione Energetica (APE).

En Italia, este certificado (APE) fue introducido con el Decreto Legislativo 63/2013 para reemplazar al Certificado de Certificación Energética (ACE) que estaba vigente desde el 2005.

Los nuevos Decretos de 26 de junio de 2015, que definen los Requisitos mínimos, las Directrices para la certificación energética y los nuevos sistemas de información técnica, entraron en vigor el 1 de Octubre de 2015. Mediante este nuevo Decreto se ha conseguido unificar los certificados en todas las regiones de Italia, ya que ahora todos los (APE) serán iguales en todas las regiones del país.

Los nuevos decretos han introducido importantes innovaciones en el campo de la certificación energética, tanto en la metodología de cálculo como en las disposiciones relativas al rendimiento energético, que hoy requieren del cumplimiento de requisitos más estrictos para la construcción de edificios de energía Casi cero (NZEB), como lo exige la Directiva de la UE 2010/31/UE [91] [92].

Exigencias normativa

REQUISITOS NUEVOS EDIFICIOS

Todos los edificios residenciales y no residenciales de nueva construcción deben cumplir con los requisitos establecidos por el Decreto Legislativo. Los valores de rendimiento energético varían según [93]:

- Tipo de edificio: El rendimiento energético de edificios residenciales se expresa en términos de kWh/m² año de energía primaria, mientras que en los edificios no residenciales se expresa en términos de kWh/m³año de energía primaria.
- Zona climática.
- Relación área-volumen del edificio.
- Temperatura local.

Por otro lado, para los edificios nuevos se debe de:

- Comprobar que la masa de las paredes exteriores es mayor que 230 kg/m² (excepto del noreste al noroeste) o que el valor de la transmitancia térmica de los distintos elementos de los edificios es inferior a 0.12 W/m²K.

- Comprobar que la transmitancia térmica periódica de los techos, suelos y paredes exteriores de los edificios (del noreste al noroeste) es inferior a $0.20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

REQUISITOS EDIFICIOS EXISTENTES

Los requisitos mínimos anteriormente comentados para los edificios nuevos son también aplicables a edificios existentes en los siguientes casos [93]:

- Demolición/Renovación de todos los elementos de construcción (para edificios de calefacción por suelo radiante con una superficie mayor a 1000 m^2).
- En caso de reconstrucción de más del 20 % del volumen total.

Para el resto de casos de renovación en edificios ya existentes, los valores de transmitancia mínimos requeridos de los distintos elementos en función de la zona climática son los que se muestran a continuación.

Tabla 5.16. Valores de transmitancias térmicas mínimas para renovaciones en edificios. Fuente: Implementation of the EPBD in Italy.

| Zonas climáticas | U ($\text{W/m}^2\text{K}$) | | | |
|------------------|------------------------------|-------|-------|---------|
| | Pared | Techo | Suelo | Ventana |
| A | 0,62 | 0,38 | 0,65 | 4,6 |
| B | 0,48 | 0,38 | 0,49 | 3 |
| C | 0,4 | 0,38 | 0,42 | 2,6 |
| D | 0,36 | 0,32 | 0,36 | 2,4 |
| E | 0,34 | 0,3 | 0,33 | 2,2 |
| F | 0,33 | 0,29 | 0,32 | 2 |

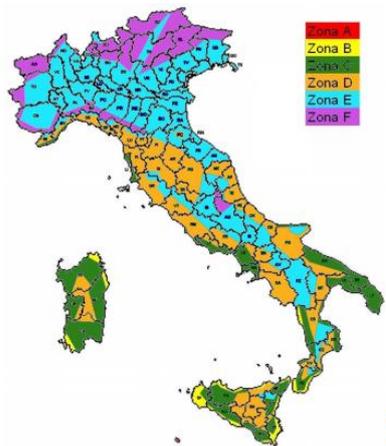


Imagen 5.37. Zonas climáticas en Italia. Fuente: Implementation of the EPBD in Italy

5.8.1 Certificado energético

Como ya se ha adelantado anteriormente el certificado energético en Italia es conocido como Attestato prestazione energetica (APE). Mediante este certificado se expresa el rendimiento energético de un edificio a través de un indicador global que compara al edificio objeto de estudio con uno de referencia de similares características.

El rendimiento energético de los edificios se determina sobre la base de la cantidad de energía necesaria por año para satisfacer las necesidades del edificio, teniendo en cuenta la energía primaria utilizada para la calefacción, refrigeración, ventilación y producción de agua caliente sanitaria. Y para edificios no residenciales, para iluminación, ascensores y escaleras mecánicas.

El certificado de rendimiento energético en Italia (APE) consta de 4 páginas [93] [94].

La primera página del certificado está dividida en cuatro partes:

- 1) Uso del edificio (Residencial/no residencial)
- 2) Datos del edificio (Región, Coordenadas, zona climática, año de construcción, superficie útil, volumen útil, etc).
- 3) Instalaciones con las que cuenta el edificio (Ventilación mecánica, iluminación, producción de agua caliente sanitaria, calefacción y climatización).
- 4) Calificación energética. Mediante el indicador de energía primaria (kWh/m² año) clasifica el edificio en una escala que va desde A4 (edificio más eficiente) hasta G (edificio menos eficiente). También se indica el rendimiento energético cualitativo de invierno y verano del edificio.

En la tercera página se muestran los datos de construcción y los índices de rendimiento energético renovable, no renovable y total. También se incluyen los distintos tipos de equipos que están instalados, con sus características como el año de su implantación, potencia nominal y eficiencia de cada equipo.

|  ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CODICE IDENTIFICATIVO: 1514502072416 VALIDO FINO AL: 15/02/2016  | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI | | | | | | | | | |
| Energia esportata | 0,00 kWh/anno | | | Vettore energetico: | | | | | |
| ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO | | | | | | | | | |
| V - Volume riscaldato | 637,35 | | | m ³ | | | | | |
| S - Superficie disperdente | 554,81 | | | m ² | | | | | |
| Rapporto S/V | 0,84 | | | | | | | | |
| EP _{tot} | 192,23 | | | kWh/m ² anno | | | | | |
| A _{tot,ren} /A _{tot,util} | 0,0000 | | | - | | | | | |
| Y _h | 0,00 | | | W/m ² K | | | | | |
| DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI | | | | | | | | | |
| Servizio energetico | Tipologia di impianto | Anno di installazione | Codice catastale regionale (spazi termici) | Vettore energetico utilizzato | Potenza nominale kW | Efficienza media stagionale | EP _{ren} | EP _{tot} | EP _{non} |
| Climatizzazione invernale | Calore pompa | 1983 | | calore pompa | 24,00 | 0,58 | 1 _h | 0,00 | 234,14 |
| Climatizzazione estiva | Pompa di calore | 1999 | | pompa di calore | 4,00 | 1,10 | 1 _h | 3,18 | 13,19 |
| Prod. acqua calda sanitaria | Bollore acqua | 1999 | | calore pompa | 10,00 | 0,68 | 1 _h | 0,00 | 21,15 |
| Impianti combinati | | | | | | | | | |
| Produzione da fonti rinnovabili | Pompa di calore | | | | 4,00 | | | | |
| Ventilazione meccanica | | | | | | | | | |
| Illuminazione | | | | | | | | | |
| Trasporto di persone o cose | | | | | | | | | |

Pag. 3

Imagen 5.40. Página 3 APE. Fuente: Agencia Nacional Eficiencia Energetica (ENEA)

Por último, en la cuarta página encontramos información del técnico encargado de realizar la certificación y explicación del software utilizado.

|  ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CODICE IDENTIFICATIVO: 1514502072416 VALIDO FINO AL: 15/02/2016  | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| INFORMAZIONI SUL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA | | | | | | | | | |
| La sezione riporta informazioni sulle opportunità, anche in termini di strumenti di sostegno nazionali o locali, legate all'esecuzione di diagnosi energetiche e interventi di riqualificazione energetica, comprese le ristrutturazioni importanti. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| SOGGETTO CERTIFICATORE | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Ente/Organismo pubblico <input checked="" type="checkbox"/> Tecnico abilitato <input type="checkbox"/> Organismo/Società | | | | | | | | | |
| Nome e Cognome / Denominazione | Staff Censad | | | | | | | | |
| Indirizzo | Via Tarasini 12, Milano (MI) | | | | | | | | |
| Email | prova@neca.it | | | | | | | | |
| Telefono | 0298737400 | | | | | | | | |
| Titolo | Dottore di geometria | | | | | | | | |
| Ordine/Iscrizione | Collegio dei geometri | | | | | | | | |
| Dichiarazione di indipendenza | Altranne l'associazione dell'Abilitato all'Attestazione Energetica il Soggetto certificatore non collabora né presta, ai sensi dell'art. 19 del D.P.R. 445/2000, che la presente copia cartacea è conforme al file dell'attestato di prestazione energetica depositato nel Catasto Energetico Edifici Regionale. | | | | | | | | |
| Informazioni aggiuntive | | | | | | | | | |
| SOPRALLUOGHI E DATI DI INGRESSO | | | | | | | | | |
| È stato eseguito almeno un sopralluogo/ritraccio sull'edificio obbligatorio per la redazione del presente APE? | | | | | | | | | |
| SI | | | | | | | | | |
| SOFTWARE UTILIZZATO | | | | | | | | | |
| Il software utilizzato risponde ai requisiti di rispondenza e garanzia di scostamento massimo dai risultati conseguiti rispetto ai valori ottenuti per mezzo dello strumento di riferimento regionale? | | | | | | | | | |
| SI | | | | | | | | | |
| Ai fini della redazione del presente attestato è stato utilizzato un software che impieghi un metodo di calcolo semplificato? | | | | | | | | | |
| NO | | | | | | | | | |
| Il presente attestato è reso, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L. 63/2013. Si dichiara, ai sensi dell'art. 19 del D.P.R. 445/2000, che la presente copia cartacea è conforme al file dell'attestato di prestazione energetica depositato nel Catasto Energetico Edifici Regionale. | | | | | | | | | |
| Data di emissione: 15/02/2016 Firma e timbro del tecnico o firma digitale | | | | | | | | | |

Pag. 4

Imagen 5.41. Página 4 APE. Fuente: Agencia Nacional Eficiencia Energetica (ENEA)

5.8.1.1 Obligatoriedad

Es obligatorio la certificación energética en aquellos edificios de nueva construcción o en los ya construidos en los que se van a realizar reformas en las que se modifique más del 25 % de la envolvente del edificio. También será necesario en las intervenciones de demolición-construcción.

En el caso de edificios utilizados por las administraciones públicas y abiertos al público con una superficie superior a 250 metros cuadrados, se deberá implementar el Certificado de rendimiento energético (APE).

También es necesario a partir del 21 de Febrero de 2014 (Ley nº 9/2014 L 'Ape) en edificios existentes en los que se efectúe un cambio de propietario, en las operaciones de venta o alquiler del inmueble [94].

5.8.1.2 Validez

El certificado de rendimiento energético en Italia tiene una duración de 10 años.

5.8.1.3 Técnicos certificadores

Hay dos figuras que pueden redactar el APE:

- Energy Services Company (ESCO).
- Técnico cualificado (que puede ser tanto ingeniero como arquitecto y trabajar tanto para organismos públicos como privados).

Los técnicos cualificados deben de cumplir una serie de requisitos para poder realizar los certificados, de lo contrario deberán cursar un curso de adaptación de certificación energética con una duración mínima de 80 horas [93] [95].

5.8.2 Procedimiento de cálculo calificación energética

Con la implementación del Decreto del 1 de Octubre de 2015 se establecieron nuevas metodologías de cálculo para la calificación energética. La novedad más importante fue la introducción del concepto de edificio de referencia, que consiste en un edificio idéntico al que se quiere calificar en términos de geometría, orientación y ubicación, pero con características térmicas que le permitan cumplir las exigencias mínimas en cuanto a eficiencia energética [96].

Con ello será necesario realizar dos cálculos:

- Cálculo del rendimiento energético del edificio de referencia.
- Cálculo del rendimiento energético del edificio real, que se comparará con el edificio de referencia.

Rendimiento energético de los edificios

El rendimiento energético de los edificios se determina sobre la cantidad de energía necesaria anual para satisfacer las necesidades del edificio. Corresponde a la demanda de energía anual que se requiere para calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria y, en el sector no residencial, también para iluminación, ascensores y escaleras mecánicas.

En particular:

- El requerimiento de energía anual global se determina como la suma de las necesidades de energía primaria de cada servicio, con un intervalo de cálculo mensual.
- Se calcula tanto la energía primaria total como la energía primaria no renovable, que se obtienen aplicando los factores de conversión de energía primaria total ($f_{p,total}$) y de energía primaria no renovable ($f_{p,nren}$) respectivamente.
- La clasificación energética de los edificios se establece en función de la energía primaria no renovable.
- El factor de conversión de energía primaria total es igual a la suma del factor de conversión de energía primaria no renovable y el factor de conversión de energía primaria renovable. ($f_{p,total} = f_{p,nren} + f_{p,ren}$)

Además el rendimiento energético se define mediante algunos indicadores de rendimiento relacionados con la envolvente y con los servicios de energía. Se expresan en términos de energía primaria total o energía primaria no renovable:

- EP_H : Índice de rendimiento energético útil para calefacción.
- EP_W : Índice de rendimiento energético para la producción de agua caliente sanitaria.
- EP_V : Índice de rendimiento energético para la ventilación.
- EP_C : Índice de rendimiento energético para aire acondicionado.

- EP_L : Índice de rendimiento energético para iluminación artificial.
- EP_T : Índice de rendimiento energético de servicio de transporte de personas u objetos (ascensores, escaleras mecánicas, etc..).

Por lo tanto, el índice de **rendimiento energético global**, con el que se determinará la calificación energética del edificio, indicará la cantidad de energía primaria no renovable por año y superficie útil del edificio, que será necesaria para satisfacer las necesidades energéticas del mismo. Vendrá determinado por la suma de cada uno de los índices de rendimiento energético que se han comentado anteriormente y se expresará en (KWh/m² año).

$$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$$

Procedimientos y métodos de cálculo

Una vez comentados los índices de clasificación del rendimiento energético de un edificio, es necesario describir los métodos y procedimientos de cálculo que se utilizan

- Procedimientos de cálculo: Hace referencia a los procedimientos existentes para la elección de datos de entrada, para la elección del método de cálculo correcto y para la elección de medidas para mejorar la eficiencia energética del edificio.
- Métodos de cálculo: Corresponden a los distintos algoritmos que se utilizan para calcular los indicadores de rendimiento energético, a partir de los datos de entrada.

Para cada procedimiento de cálculo se establecerá un método específico.

- Procedimiento de cálculo estandarizado**: Este procedimiento se aplica a edificios nuevos o a existentes que se van a someter a renovaciones importantes. Proporciona una evaluación del rendimiento energético a partir de datos como el clima, el uso promedio del edificio y las características estructurales del edificio.
El método utilizado para este procedimiento se conoce como **método de cálculo del proyecto**. Es aplicable a todos los tipos de edificios, pero es obligatorio como se ha dicho antes para edificios nuevos y renovaciones importantes.
- Procedimiento de cálculo relevante en el edificio**: Este procedimiento se utiliza para edificios existentes que no estén siendo renovados. El método de cálculo utilizado por este procedimiento se conoce como **método de cálculo para inspeccionar el edificio**, que cuenta con dos modalidades:

- 1) **Método analítico:** Se utiliza para todos los edificios existentes, independientemente del tipo y tamaño del edificio.
- 2) **Método simplificado:** Solo es aplicable a edificios o viviendas existentes con una superficie útil menor de 200 m².

Etiqueta energética

En cuanto a la etiqueta energética, como se ha explicado anteriormente la escala va de A4 (Edificio más eficiente) a G (edificio menos eficiente). La clasificación energética del edificio objeto de estudio vendrá determinada por el índice de rendimiento global no renovable ($EP_{gl,nren}$), comentado en el apartado anterior. De esta manera se indicará a que clase energética pertenece el edificio en la etiqueta energética. Como se ha comentado anteriormente, se comparará el índice de rendimiento global del edificio objeto de estudio con el de referencia, que tendrá las mismas dimensiones, orientación y niveles de funcionamiento y ocupación que el edificio real, pero contará con unas características constructivas que le permitan cumplir con las exigencias mínimas en cuanto a eficiencia energética [94] [96].

A modo informativo también se mostrará en esta etiqueta el índice de rendimiento global renovable ($EP_{gl,ren}$).

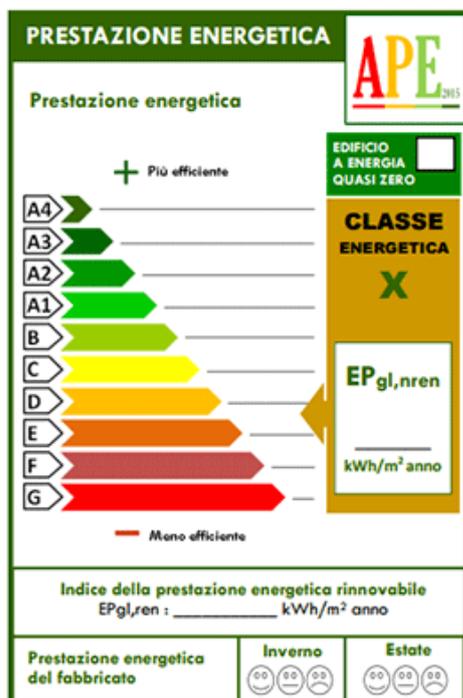


Imagen 5.42. Etiqueta energética Italia. Fuente: ENEA

5.8.3 Herramientas Italia

Existen una gran cantidad de programas para calcular el rendimiento energético de los edificios y para producir el certificado de eficiencia energética. Estos programas deben cumplir con los requisitos impuestos por el CTI (Comité Termotécnico Italiano) en la norma UNI/TS 11300, que se creó con el objetivo de definir una metodología de cálculo única para determinar el rendimiento energético de los edificios. En estos momentos, está dividido en seis partes [97]:

- 1) UNI/TS 11300-1: Determinación de los requisitos de energía térmica del edificio para el aire acondicionado de verano y de invierno.
- 2) UNI/TS 11300-2: Determinación de las necesidades y rendimientos de energía primaria para el aire acondicionado de invierno, para la producción de agua caliente sanitaria, para la ventilación y para la iluminación.
- 3) UNI/TS 11300-3: Determinación de los requisitos de energía primaria y los rendimientos para el aire acondicionado de verano.
- 4) UNI/TS 11300-4: Uso de energía renovable y otros métodos de generación de energía para el aire acondicionado de invierno y para la producción de agua corriente sanitaria.
- 5) UNI/TS 11300-5: Cálculo de la energía primaria y la participación de la energía de fuentes renovables.
- 6) UNI/TS 11300-6: Determinación de los requisitos de energía para ascensores y escaleras mecánicas.

De entre los programas que cumplen con los requisitos del CTI, los más utilizados son los siguientes:

DOCET

Este programa ha sido desarrollado por la ENEA (Agencia nacional por las nuevas tecnologías, energía y desarrollo económico sostenible) junto con la colaboración del Instituto de Tecnologías de Construcción del CNR, para la certificación energética de edificios residenciales existentes con un área útil inferior a 200 m², a través del método de cálculo simplificado [98].

Este programa obtendrá el certificado energético del edificio, valorando las demandas y el consumo de energías del mismo, y además obtendrá una serie de medidas para mejorar la eficiencia energética del edificio.

Los indicadores obtenidos por este programa son los siguientes:

- Emisiones de CO₂ producidas.
- Cantidad de energía primaria.
- Energía consumida por calefacción y ACS.

- Energía consumida por refrigeración.
- Ahorro económico gracias a las mejoras propuestas.
- Calificación energética obtenida.

TERMO

Es un software validado por el CTI que se emplea para la certificación energética de hogares, tiendas, oficinas y todos los edificios nuevos de Italia [99].

Permite la introducción de los datos de dos formas distintas, tanto de forma tabular como a través de planos (en formato dwg/jpeg..) mediante sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD).

Este programa realiza el certificado de rendimiento energético (APE) y también se encarga de verificar los requisitos mínimos en materia de eficiencia energética establecidos por el CTI.

Aparte de realizar la certificación energética de los edificios, contiene un módulo para establecer medidas de mejora para el rendimiento energético, que a través de un análisis del coste de las mejoras y de los beneficios de ahorro de la energía que supondrían, evalúa la efectividad de dichas mejoras para ver si son rentables.

Otra característica importante es la posibilidad que nos da el programa de analizar el consumo real de cualquier propiedad, gracias a un análisis cuidadoso de las necesidades de calefacción, ACS y refrigeración para unas determinadas condiciones de uso.

Otros softwares también utilizados aparte del DOCET y TERMO son **Acca Termus** y **Logocal Termolog**.

6. Ejemplo de Calificación Energética (CE3X)

Se ha realizado la certificación energética de una vivienda individual dentro de un bloque de 24 viviendas mediante el procedimiento simplificado de Certificación Energética (CE3X).

6.1 Descripción general del edificio

El edificio que se ha certificado se encuentra en la provincia de Ávila y ha sido construido en 2009, por lo que la normativa de aplicación fue la DB-HE1 del CTE.

Consiste en un bloque de viviendas de 4 plantas, donde se va a realizar el estudio de una vivienda de la segunda planta.

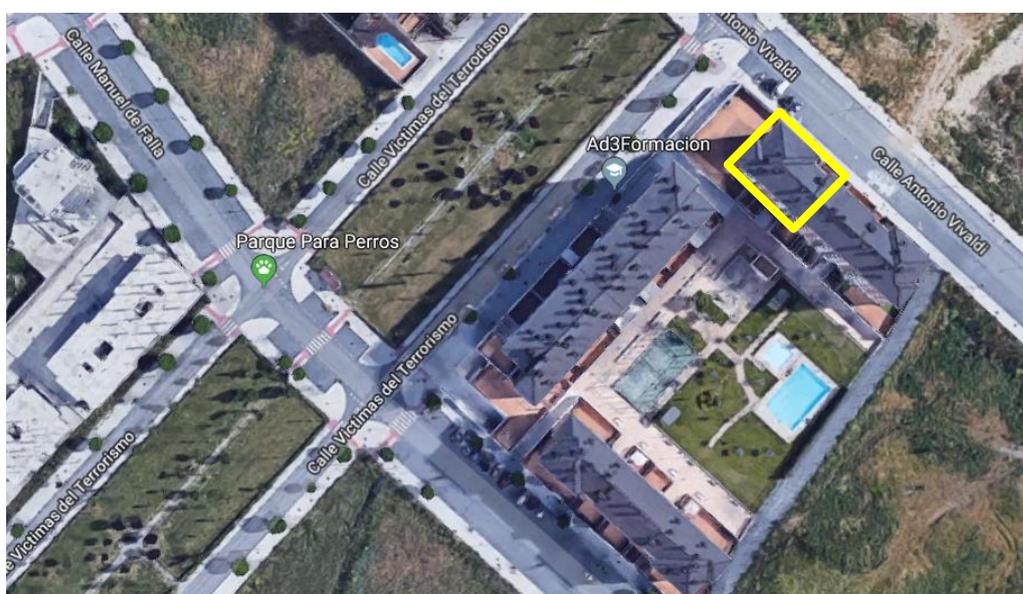
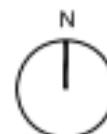


Imagen 6.1. Plano de emplazamiento de la vivienda



Para obtener la calificación energética hay que definir la envolvente térmica del edificio. Para este estudio solo se introducirán a través del programa CE3X los muros de fachada, ya que en la parte de la vivienda que no está en contacto con el exterior se encuentra colindante con otra vivienda. Por este motivo para el muro de medianería no se introducen los datos ya que se considera que esa parte del edificio tiene un comportamiento adiabático.

En el apartado de las instalaciones térmicas, se va a proceder a definir la instalación completa.

A continuación se muestran unas imágenes de la fachada del edificio.



Imagen 6.2. Fachada noreste (desde calle Antonio Vivaldi)

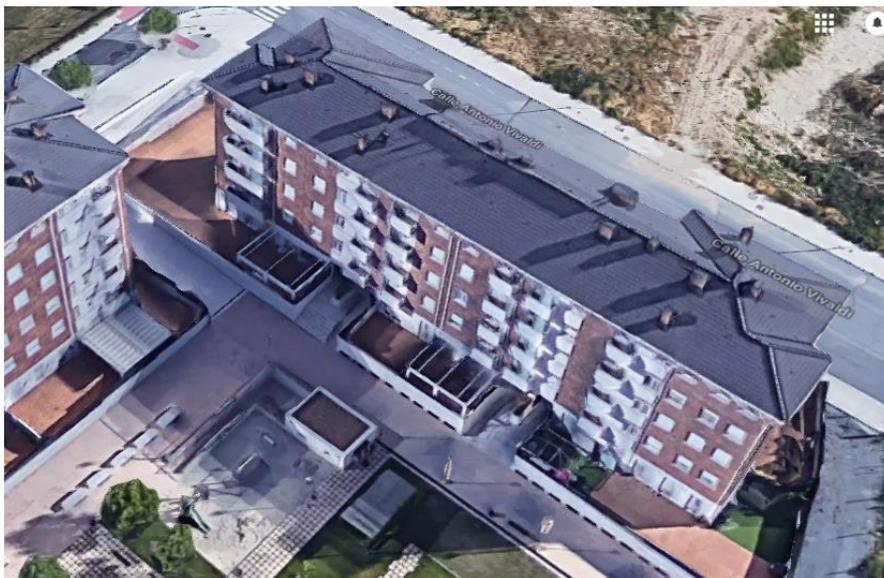


Imagen 6.3. Fachada Suroeste (desde parcela)



Imagen 6.4. Plano de la vivienda

6.2. Introducción datos en el programa

Ahora se procederá a introducir los datos en el programa.

6.2.1 Introducción datos administrativos

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio: Mirasosoles 2
 Dirección: Calle Víctimas del Terrorismo nº 18 2-A
 Provincia/Ciudad autónoma: Ávila Localidad: Ávila Código Postal: 05003
 Referencia Catastral: XXXXXX

Datos del cliente

Nombre o razón social: XXXXXXXX
 Dirección: XXXXXXXX
 Provincia/Ciudad autónoma: Ávila Localidad: Ávila Código Postal: 05003
 Teléfono: XXXX E-mail: XXXXX

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: Pablo Irbarren Robledo NIF: 708246745
 Razón social: Certificación energética CIF:
 Dirección: C/Árvalo nº 1 3-2
 Provincia/Ciudad autónoma: Ávila Localidad: Ávila Código Postal: 05001
 Teléfono: 610801218 E-mail: pabloirrob@gmail.com
 Titulación habilitante según normativa vigente:

Imagen 6.5. Pantalla introducción datos administrativos

6.2.2 Introducción datos generales

Una vez introducidos los datos administrativos, se completarán los datos generales del mismo.

Tabla 6.1. Datos generales del edificio

| Datos Generales | |
|----------------------------------|----------------------|
| Localización | Ávila |
| Antigüedad | 2010 |
| Uso | Bloque de viviendas |
| Superficie útil habitable | 100.81m ² |
| Altura libre de planta | 2.4m |
| Nº plantas (incluye planta baja) | 4 |
| Ventilación del inmueble | 0.63 ren/h |
| Consumo total diario de ACS | 70 L/día |

CE3X - RES: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Residencial

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos **Datos generales** Envolverte térmica Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: CTE 2006 ? Año construcción: 2010

Tipo de edificio: Bloque de Viviendas

Provincia/Ciudad autónoma: Ávila Localidad: Ávila Zona climática: HE-1 HE-4 E1 IV

Definición edificio

Superficie útil habitable: 100.81 m²

Altura libre de planta: 2.4 m

Número de plantas habitables: 1

Ventilación del inmueble: 0.8 ren/h

Demanda diaria de ACS: 120 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Imagen 6.6. Pantalla Introducción datos generales

6.2.3 Introducción envolvente térmica

La envolvente térmica de la vivienda está formada por las fachadas, huecos y puentes térmicos. Sus dimensiones se han obtenido a través de mediciones desde el interior del edificio.

Como muros solamente tenemos que introducir: la fachada norte 1, fachada oeste 1, fachada norte 2, fachada oeste 2 y fachada sur. El muro restante estará en contacto con otra vivienda, por lo que al considerarse un comportamiento adiabático entre ellas, no se tendrá en cuenta. Respecto a los suelos y a la cubierta, tampoco se considerarán debido a que la vivienda está en un segundo piso, y estará de la misma manera en contacto con otra vivienda tanto por arriba como por abajo.

Los valores de la transmitancia térmica U, se definirán como valores estimados, obteniéndose gracias al programa al introducir las características de los elementos.

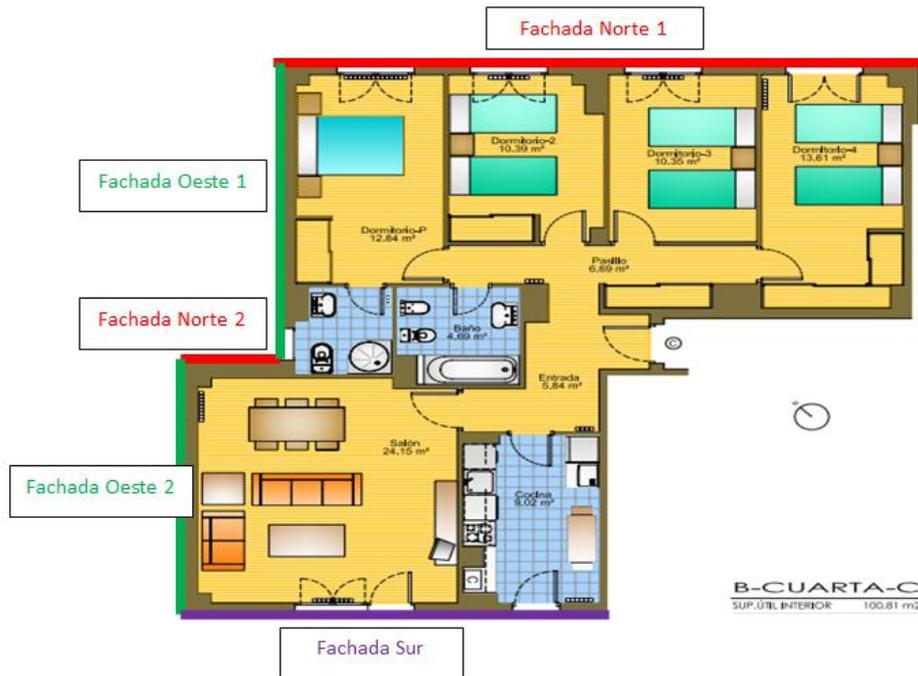


Imagen 6.7. Imagen distintas fachadas a introducir en el programa

Tabla 6.2. Características de los cerramientos en las fachadas

| Características de los cerramientos | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Elemento | Nombre | Dimensiones (m) | Superficie (m ²) | U (W/k m ²) | Modo de la obtención de U |
| Fachada | Fachada Norte 1 | 12 x 2.4 | 28.8 | | Estimado |
| Fachada | Fachada Oeste 1 | 7 x 2.4 | 16.8 | | Estimado |
| Fachada | Fachada Norte 2 | 2 x 2.4 | 4.8 | | Estimado |
| Fachada | Fachada Oeste 2 | 6 x 2.4 | 14.4 | | Estimado |
| Fachada | Fachada Sur | 7.5 x 2.4 | 18 | | Estimado |

6.2.3.1 Introducción datos muro fachada

Al conocer las características de los materiales de la fachada, los introduciremos mediante la opción estimada, y obtendremos la transmitancia térmica a través del programa.

Fachada Norte 1

CE3X - RES: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Residencial

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envlovente térmica Instalaciones

Edificio Objeto
Fachada Norte 1

Envlovente térmica del edificio

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

Muro de fachada

Nombre: Fachada Norte 1 Zona: Edificio Objeto

Dimensiones
 Superficie: 28.8 m²
 Longitud: 12 m
 Altura: 2.4 m

Características
 Orientación: NE
 Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas Conocidas Transmitancia térmica: 0.68 W/m²K

Transmitancia térmica W/m²K Masa/m² kg/m²
 Librería cerramientos: Fachada

Imagen 6.8. Pantalla de introducción de los datos de muro fachada (Norte 1)

Las cuatro fachadas del edificio contarán con los mismos materiales.

Las características de los materiales de las fachadas serán introducidos en la librería de cerramientos y son los que se muestran a continuación:

Tabla 6.3. Características de los materiales que componen los muros exteriores

| Material | Grupo | R (m ³ /Wk) | Espesor (m) | λ(W/mk) | ρ (kg/m ³) | Cp (J/kg K) |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------|---------|------------------------|-------------|
| ½ pie LP métrico | Fábrica de ladrillo | 0.225 | 0.115 | 0.512 | 900 | 1000 |
| Mortero de cemento | Morteros | 0.015 | 0.02 | 1.3 | 1900 | 1000 |
| PUR Plancha | Aislantes | 0.667 | 0.02 | 0.03 | 45 | 1000 |
| Cámara de aire | Cámara de aire | 0.08 | - | - | - | - |
| Tabicón de LH doble | Fábrica de ladrillo | 0.283 | 0.06 | 0.212 | 630 | 1000 |
| Enlucido de yeso | Enlucidos | 0.03 | 0.017 | 0.57 | 1150 | 1000 |

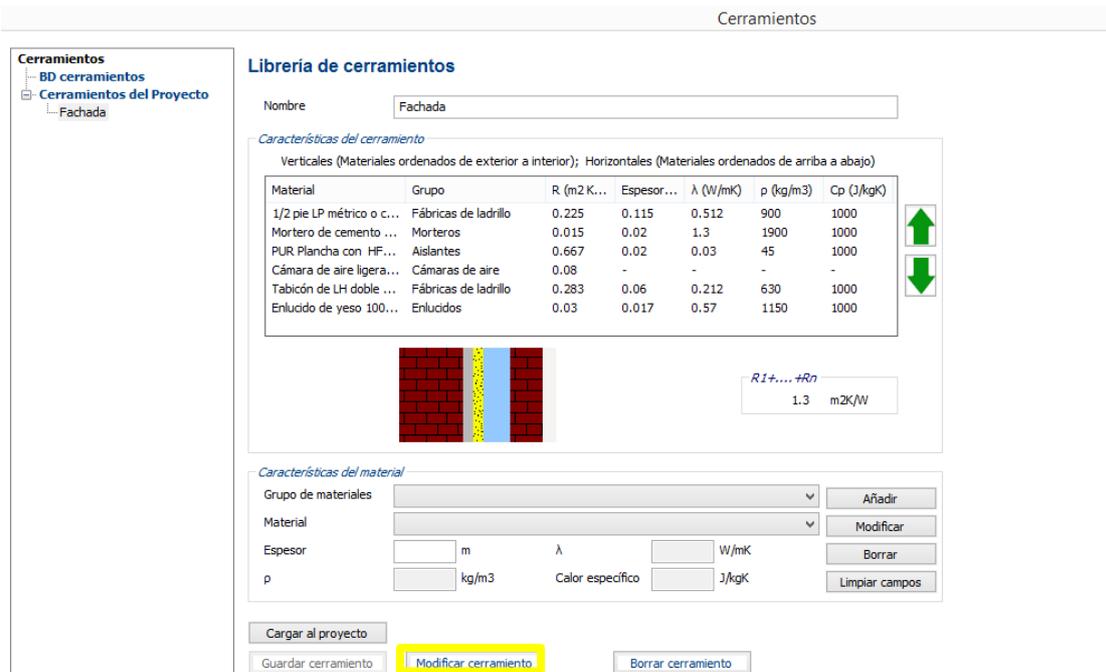


Imagen 6.9. Pantalla de introducción de datos de la cubierta en contacto con el aire

Una vez introducido la fachada Norte 1, se introducirán las fachadas restantes:

Fachada Norte 2

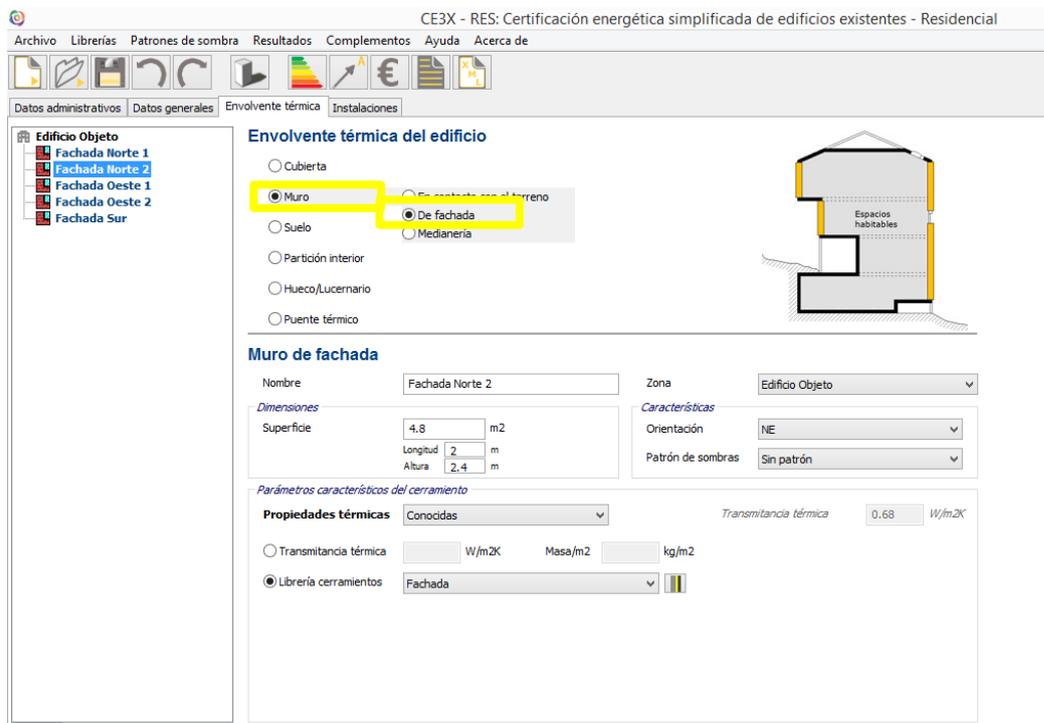


Imagen 6.10. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Norte 2)

Fachada Oeste 1

CE3X - RES: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Residencial

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Edificio Objeto

- Fachada Norte 1
- Fachada Norte 2
- Fachada Oeste 1
- Fachada Oeste 2
- Fachada Sur

Envolvente térmica del edificio

Cubierta

Muro

En contacto con el terreno

De Fachada

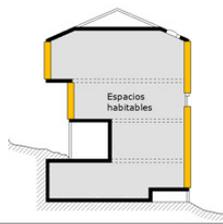
Suelo

Medianería

Partición interior

Hueco/Lucernario

Puente térmico



Muro de fachada

Nombre: Fachada Oeste 1 Zona: Edificio Objeto

Dimensiones

Superficie: 16.8 m²

Longitud: 7 m

Altura: 2.4 m

Características

Orientación: NE

Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Conocidas Transmitancia térmica: 0.68 W/m²K

Transmitancia térmica: W/m²K Masa/m²: kg/m²

Librería cerramientos: Fachada

Imagen 6.11. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Oeste 1)

Fachada Oeste 2

CE3X - RES: Certificación energética simplificada de edificios existentes - Residencial

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Edificio Objeto

- Fachada Norte 1
- Fachada Norte 2
- Fachada Oeste 1
- Fachada Oeste 2
- Fachada Sur

Envolvente térmica del edificio

Cubierta

Muro

En contacto con el terreno

De fachada

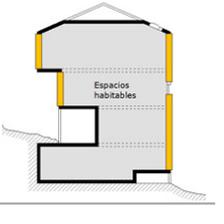
Suelo

Medianería

Partición interior

Hueco/Lucernario

Puente térmico



Muro de fachada

Nombre: Fachada Oeste 2 Zona: Edificio Objeto

Dimensiones

Superficie: 14.4 m²

Longitud: 6 m

Altura: 2.4 m

Características

Orientación: NE

Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Conocidas Transmitancia térmica: 0.68 W/m²K

Transmitancia térmica: W/m²K Masa/m²: kg/m²

Librería cerramientos: Fachada

Imagen 6.12. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Oeste 2)

Fachada Sur

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envolvente térmica Instalaciones

Edificio Objeto

- Fachada Norte 1
- Fachada Norte 2
- Fachada Oeste 1
- Fachada Oeste 2
- Fachada Sur

Envolvente térmica del edificio

Cubierta
 Muro
 En contacto con el terreno
 De fachada
 Mecaneria
 Suelo
 Partición interior
 Huevo/Lucernario
 Puente térmico

Muro de fachada

Nombre: Fachada Sur Zona: Edificio Objeto

Dimensiones

Superficie: 18.0 m²
 Longitud: 7.5 m
 Altura: 2.4 m

Características

Orientación: NE
 Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Conocidas Transmitancia térmica: 0.68 W/m²K

Transmitancia térmica: W/m²K Masa/m²: kg/m²
 Librería cerramientos: Fachada

Imagen 6.13. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Sur)

Ya estarían introducidos todos los muros exteriores, faltarían un muro medianero que separaría nuestra vivienda de estudio de la vivienda colindante, pero lo consideramos adiabático, por lo que no habría transferencia de calor entre una y otra vivienda.

6.2.3.2 Introducción datos del hueco

Las fachadas que cuentan con huecos son la norte 1, oeste 1 y la sur. A continuación se muestran las dimensiones y las características generales de los mismos:

Tabla 6.4. Características huecos del edificio

| Características de los huecos | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|-----------------|------------------------------|---------|----------------|---------------------|---|-----------------------|
| Cerramiento asociado | Nº Huecos | Dimensiones (m) | Superficie (m ²) | % Marco | Tipo de vidrio | Tipo de marco/Color | Permeabilidad (m ³ /h m ²) | U (modo de obtención) |
| Fachada Norte 1 | 4 | 1.42 x 1.25 | 1.77 | 20 | Doble | PVC/Blanco | 0.25 | Estimado |
| Fachada Oeste 1 | 1 | 0.74 x 1.25 | 0.925 | 20 | Doble | PVC/Blanco | 0.25 | Estimado |
| Fachada sur (Puerta comedor) | 1 | 0.9 x 2.2 | 1.98 | 20 | Doble | PVC/Blanco | 0.25 | Estimado |
| Fachada sur (ventana comedor) | 1 | 1.65 x 1.25 | 2.063 | 20 | Doble | PVC/Blanco | 0.25 | Estimado |
| Fachada Sur (cocina) | 1 | 0.9 x 2.2 | 1.98 | 20 | Doble | PVC/Blanco | 0.25 | Estimado |

En las dimensiones de cada hueco se incluyen la parte semitransparente y la carpintería. El porcentaje de marco de ventana deberá considerar toda la carpintería del hueco, incluyendo sus perfiles fijos.

Las propiedades térmicas de estos huecos se definen como valores estimados y se muestran a continuación:

Tabla 6.5. Propiedades térmicas estimadas de los huecos

| Propiedades Térmicas Estimadas de los Huecos | | | |
|--|----------|-----------------------------|--------------------|
| Uvidrio (W/m ³ K) | g vidrio | Umarco (W/m ³ K) | Absortividad marco |
| Vidrio doble | | PVC | Blanco medio |
| 2.07 | 0.61 | 1.58 | 0.3 |

A continuación se muestra como se han introducido los datos de los huecos en el programa.

Huecos de fachada Norte 1

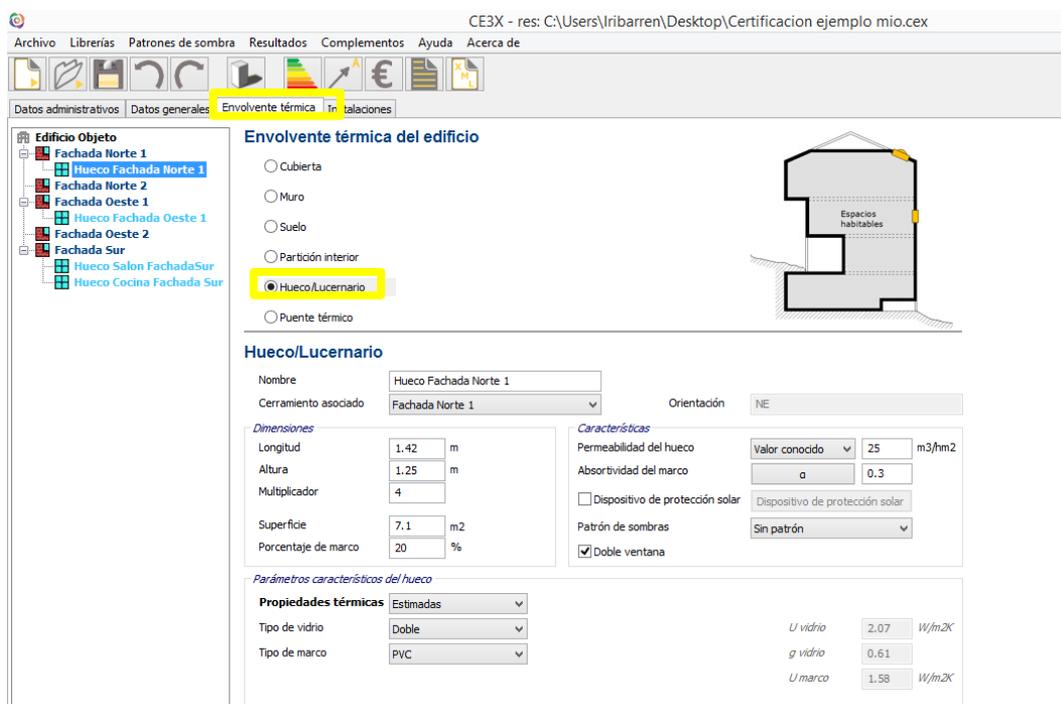


Imagen 6.14. Pantalla de introducción huecos de la fachada norte 1

El valor de la absortividad viene definida por el color del marco:

Absortividad del marco para radiación solar α

| Color | Claro | Medio | Oscuro |
|----------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Blanco | <input type="radio"/> 0.2 | <input checked="" type="radio"/> 0.3 | --- |
| Amarillo | <input type="radio"/> 0.3 | <input type="radio"/> 0.5 | <input type="radio"/> 0.7 |
| Beige | <input type="radio"/> 0.35 | <input type="radio"/> 0.55 | <input type="radio"/> 0.75 |
| Marron | <input type="radio"/> 0.5 | <input type="radio"/> 0.75 | <input type="radio"/> 0.92 |
| Rojo | <input type="radio"/> 0.65 | <input type="radio"/> 0.8 | <input type="radio"/> 0.9 |
| Verde | <input type="radio"/> 0.4 | <input type="radio"/> 0.7 | <input type="radio"/> 0.88 |
| Azul | <input type="radio"/> 0.5 | <input type="radio"/> 0.8 | <input type="radio"/> 0.95 |
| Gris | <input type="radio"/> 0.4 | <input type="radio"/> 0.65 | --- |
| Negro | --- | <input type="radio"/> 0.96 | --- |

Imagen 6.15. Pantalla absortividad del marco

Huecos fachada Oeste 1

CE3X - res: C:\Users\Iribarren\Desktop\Certificacion ejemplo mio.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

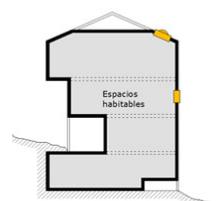
Datos administrativos Datos generales **Envolvente térmica** Instalaciones

Edificio Objeto

- Fachada Norte 1
 - Hueco Fachada Norte 1
- Fachada Norte 2
 - Hueco Fachada Oeste 1
- Fachada Oeste 1
 - Hueco Fachada Oeste 1**
- Fachada Oeste 2
 - Hueco Salon FachadaSur
 - Hueco Cocina Fachada Sur
- Fachada Sur

Envolvente térmica del edificio

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



Hueco/Lucernario

Nombre: Hueco Fachada Oeste 1
 Cerramiento asociado: Fachada Oeste 1
 Orientación: NE

Dimensiones

Longitud: 0.74 m
 Altura: 1.25 m
 Multiplicador: 1
 Superficie: 0.93 m²
 Porcentaje de marco: 20 %

Características

Permeabilidad del hueco: Valor conocido 25 m³/m²
 Absortividad del marco: 0.3
 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_{vidrio} : 2.07 W/m²K
 g_{vidrio} : 0.61
 U_{marco} : 1.58 W/m²K

Imagen 6.16. Pantalla de introducción huecos de la fachada oeste 1

Huecos fachada Sur

En esta fachada, tenemos una ventana en el salón, una puerta que da a una terraza en el salón, y otra puerta en la cocina con acceso a la misma terraza.

- Huevo puerta del salón

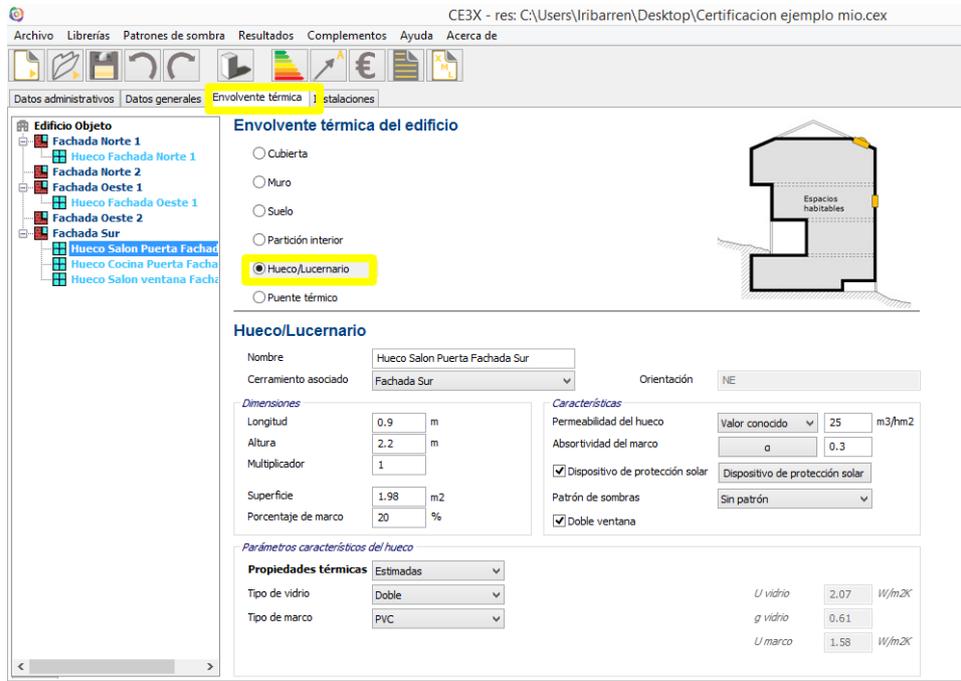


Imagen 6.17. Pantalla de introducción puerta del salón

- Huevo ventana del salón

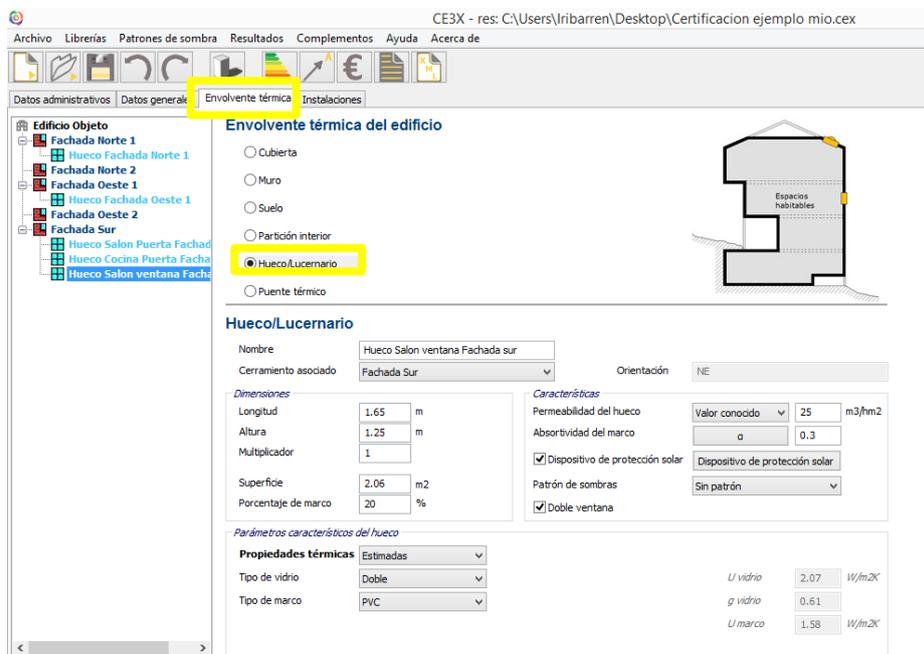


Imagen 6.18. Pantalla de introducción ventana del salón

- Huevo puerta de la cocina

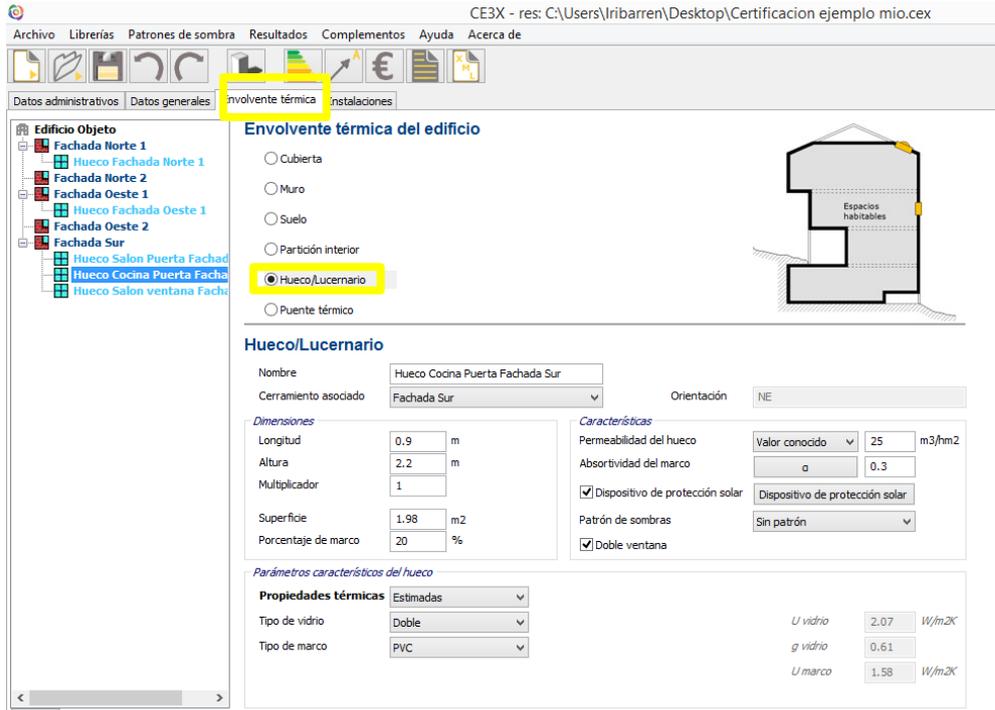


Imagen 6.19. Pantalla de introducción ventana de la cocina

En esta fachada, los huecos de la vivienda se encuentran debajo del balcón del piso tres del edificio, por lo que para estos tres huecos, se introducirá un voladizo como dispositivo de protección solar. Se introducirá la profundidad del voladizo, que será la anchura del balcón ($L=1.2$ m), la distancia entre el tercer piso y la parte superior de la ventana ($D=0.4$ m), y la altura de la ventana.

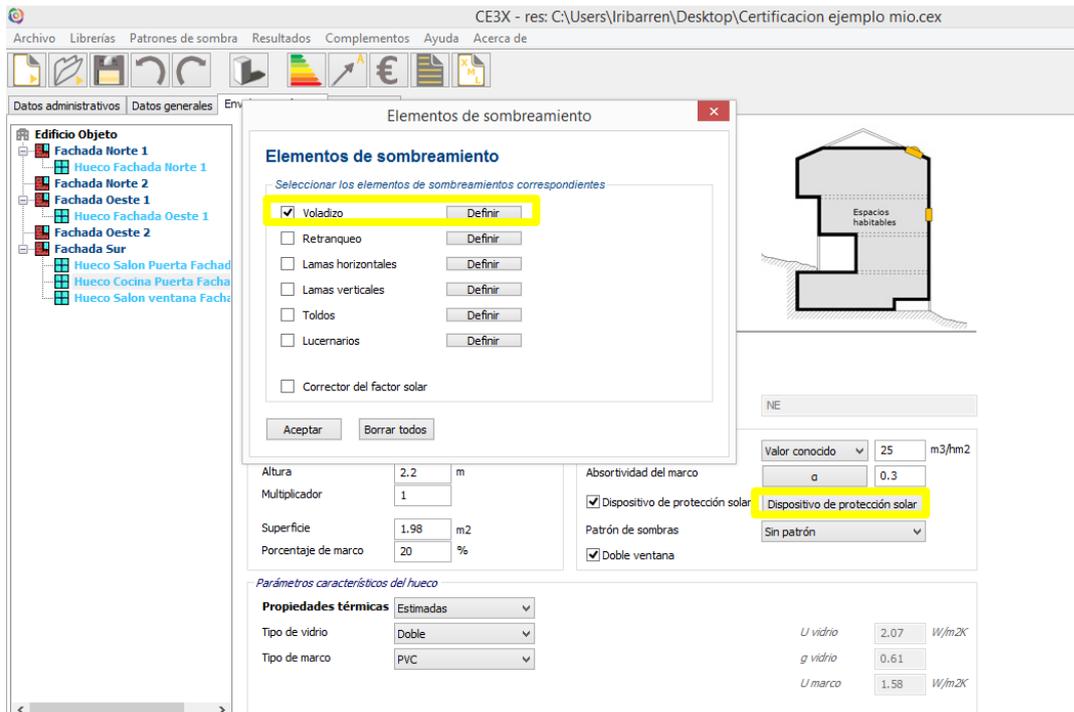


Imagen 6.20. Pantalla de introducción de voladizo como dispositivo de protección solar

Como ya se ha dicho, se introducirán los datos del voladizo para la ventana del salón y las puertas que dan a la terraza del salón y cocina. L y D tendrán los valores fijos que se han comentado previamente, y H corresponde a la altura del hueco.

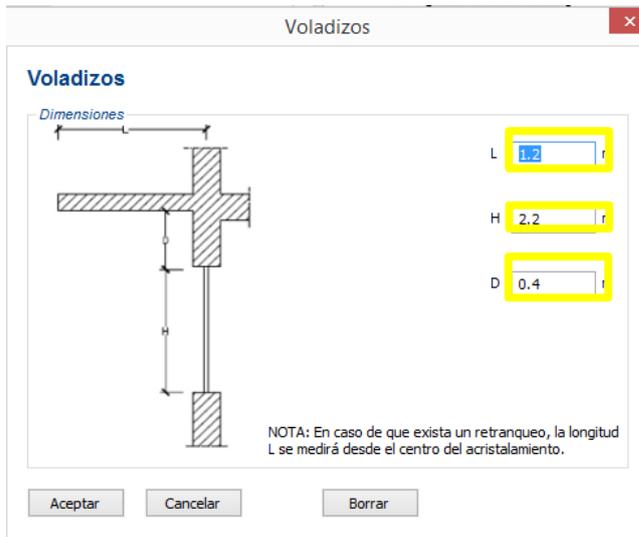


Imagen 6.21. Pantalla de introducción datos del voladizo

6.2.3.3 Introducción de los datos de puentes térmicos

A continuación se introducirán los puentes térmicos, se definen con la opción por defecto, seleccionando los puentes térmicos que tiene nuestra vivienda, cargándolos automáticamente a cada fachada correspondiente. Posteriormente habrá que modificar los puentes térmicos que se han introducido por defecto. Para nuestro caso, en una vivienda de un segundo piso, estos serán los puentes térmicos que hemos introducido por defecto:

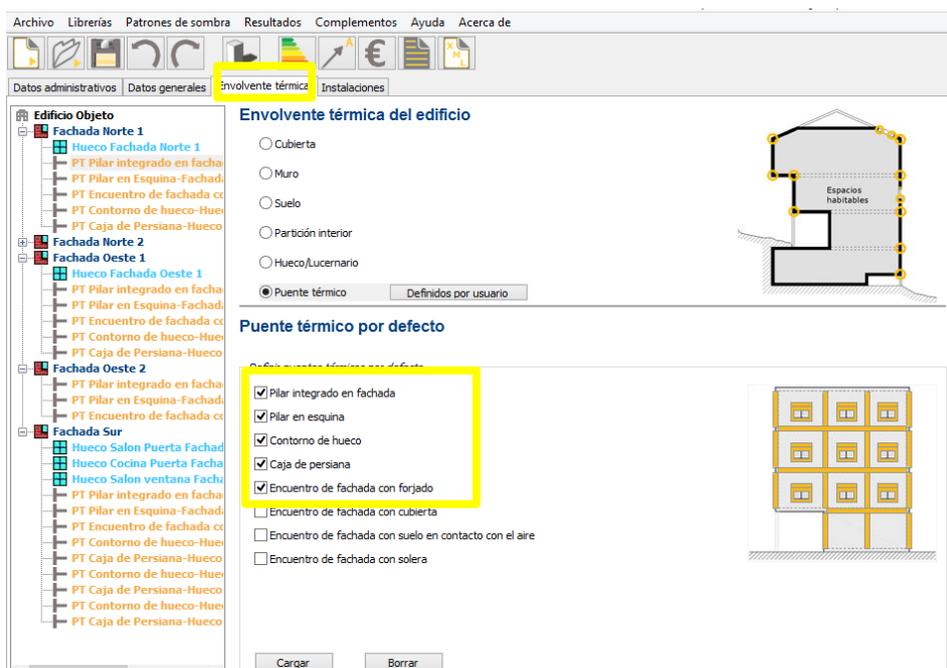


Imagen 6.22. Pantalla de introducción puentes térmicos por defecto

Ahora se indicarán los puentes térmicos de las distintas fachadas que hemos introducido. El valor de la transmitancia ha sido estimada por el programa, ya que, hemos introducido el tipo de material y su longitud.

Tabla 6.6. Puentes térmicos en las distintas fachadas

| Puentes Térmicos | | | |
|-------------------------------|--|---|--------------|
| Fachada | Puente térmico | Longitud (m) | U (estimado) |
| Fachada Norte 1 | Pilar integrado en fachada (2) | $2 \times 2.5 = 5$ | 0.32 |
| | Pilar en esquina (1) | 2.5 | 0.12 |
| | Encuentro de fachada con forjado | 12 | 0.85 |
| | Contorno de hueco (4 ventanas) | $4 \times (2(1.25 + 1.42)) = 21.3$ 6 | 0.17 |
| | Caja persiana (4 ventanas) | $4 \times (1.42 \times 2) = 11.36$ | 0.81 |
| Fachada Oeste 1 | Pilar integrado en fachada (2) | $2.5 \times 2 = 5$ | 0.32 |
| | No (Ya contado en fachada norte 1) | | |
| | Encuentro de fachada con forjado | 7.6 | 0.85 |
| | Contorno de hueco (1 ventana) | $2 \times (0.74 + 1.25) = 3.98$ | 0.17 |
| | No (La ventana del baño no cuenta con caja persiana) | | |
| Fachada Norte 2 | Encuentro de fachada con forjado | 2 | 0.85 |
| Fachada Oeste 2 | Pilar en esquina (2) | $2 \times 2.5 = 5$ | 0.12 |
| | Encuentro de fachada con forjado | 6.4 | 0.85 |
| Fachada Sur | Pilar integrado en fachada (1) | 2.5 | 0.32 |
| | No (Ya contado en fachada Oeste 2) | | |
| | Encuentro de fachada con forjado | 8 | 0.85 |
| | Contorno hueco (Puerta comedor) | $2 \times (0.9 \times 2.2) = 6.2$ | 0.17 |
| | Contorno hueco (ventana comedor) | $2 \times (1.65 \times 1.25) = 5.8$ | 0.17 |
| | Contorno hueco (Puerta de cocina) | $2 \times (0.9 \times 2.2) = 6.2$ | 0.17 |
| | Caja persiana (Puerta comedor) | $0.9 \times 2 = 1.8$ | 0.81 |
| | Caja persiana (ventana comedor) | $1.65 \times 2 = 3.3$ | 0.81 |
| Caja persiana (puerta cocina) | $0.9 \times 2 = 1.8$ | 0.81 | |

Cuando ya estén cargados los puentes térmicos por defecto, se irá uno a uno modificando sus dimensiones y estableciendo las características de cada puente térmico como se muestra en el siguiente pantallazo. De esta manera se obtiene el valor de transmitancia de cada uno. No es necesario elegir el tipo de material si conociéramos el valor de la transmitancia de antemano, ya que lo introduciríamos directamente.

Además se revisarán los puentes térmicos creados por defecto, ya que por ejemplo, al generar por defecto puentes térmicos de cajas de persiana, aparecerán en todas las ventanas del edificio y debido a que no todas las ventanas cuentan con persianas, tendremos que proceder a eliminarlas. De igual manera sucede con pequeños muros no dotados con pilares, o con pilares en esquina, ya que estos solamente se deberán ser contabilizados en una fachada para que no se cuenten dos veces.

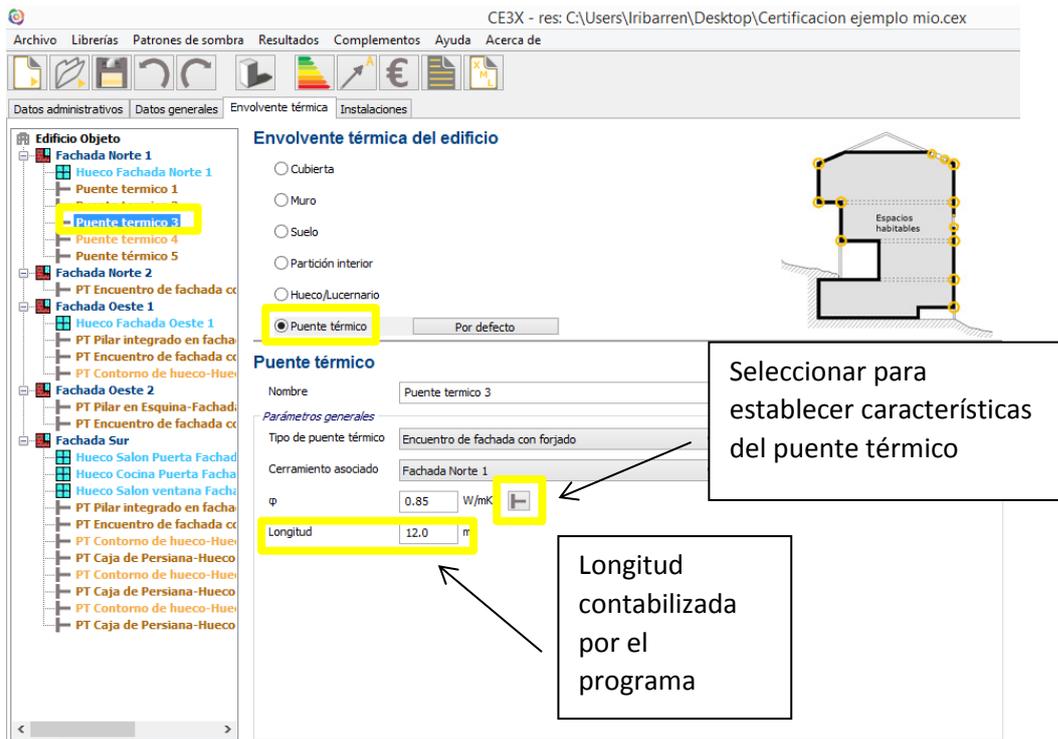


Imagen 6.23. Pantalla de definición de puentes térmicos

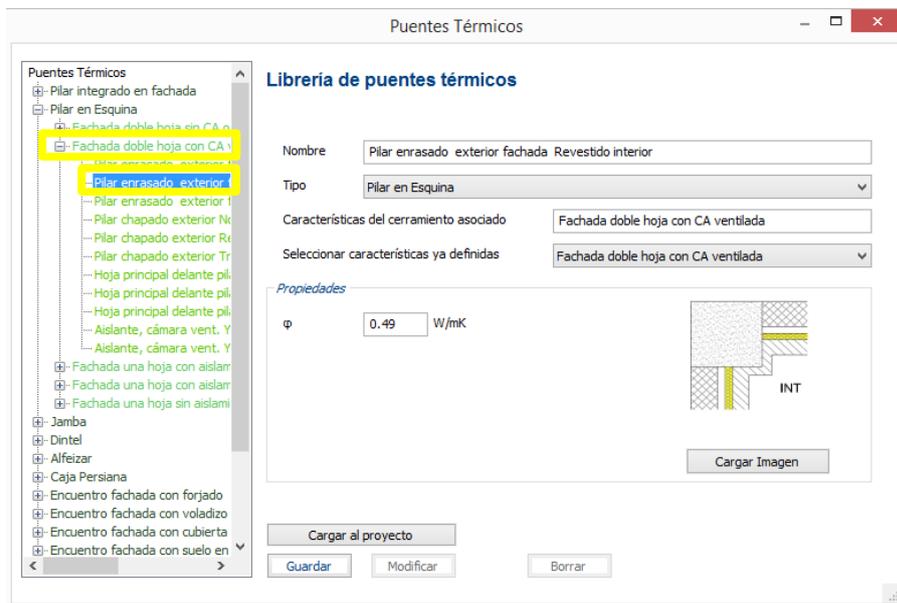


Imagen 6.24. Elección del material del puente térmico

De esta manera según vamos eligiendo el tipo de material, visualizaremos el valor de la transmitancia térmica que posee.

6.2.3.4 Introducción patrones de sombra

A continuación, se han introducido los patrones de sombra para los elementos afectados. Debido a la orientación geográfica en la que se encuentra nuestro edificio, el edificio colindante generará una sombra en la fachada Sur y Oeste 2 de nuestro edificio. A su vez, la fachada Norte 2, generará su propia sombra sobre la fachada Oeste 1.

Las sombras que generaría la terraza del edificio de arriba sobre nuestro edificio, ya han sido consideradas previamente y se han introducido como “dispositivos de protección (voladizo)”.

Tabla 6.7. Descripción de las sombras sobre el edificio

| Sombras | | |
|----------------|--|---|
| Nombre | Elemento afectado por la sombra | Descripción |
| Sombra Sur | Muro fachada Sur Ventanas de la fachada Sur | Sombra producida por el edificio colindante |
| Sombre Oeste 2 | Muro fachada Oeste 2 | Sombra producida por el edificio colindante |
| Sombra Oeste 1 | Muro fachada Oeste 1 | Sombra producida por la fachada Norte 2 del propio edificio |

Para definir las sombras, tomaremos como referencia el punto medio de la fachada que va a ser sombreada, y calculamos la proyección de sombras sobre ese punto, calculando los valores de los acimutes y ángulos de elevación que se introducirán en el programa.

Para medir las distancias de los puntos del plano al punto de referencia y los valores de los acimutes (α) se ha trabajado en Autocad y se han obtenido directamente estos valores. Para calcular el ángulo de elevación (β), además de conocer la distancia horizontal entre el punto de referencia y los puntos de los planos que producen sombra (L), hay que calcular la diferencia de alturas entre ambos puntos. En nuestro caso, como la altura total del edificio colindante son 14 m y el punto de referencia situado en el segundo piso está a una altura de 5.5 m, esta diferencia de altura será de $H= 8.5$ m. Con estos datos, el ángulo de elevación se calcula de la siguiente forma: $\beta= \arctg \frac{H}{L}$

De esta manera, se introducirán α (acimut) y β (ángulo de elevación), de los puntos del plano que producen sombra, para definir los patrones de sombra necesarios.

Sombra Sur

Como se ha dicho antes, tomamos como referencia el punto medio de la fachada y calculamos las proyecciones.

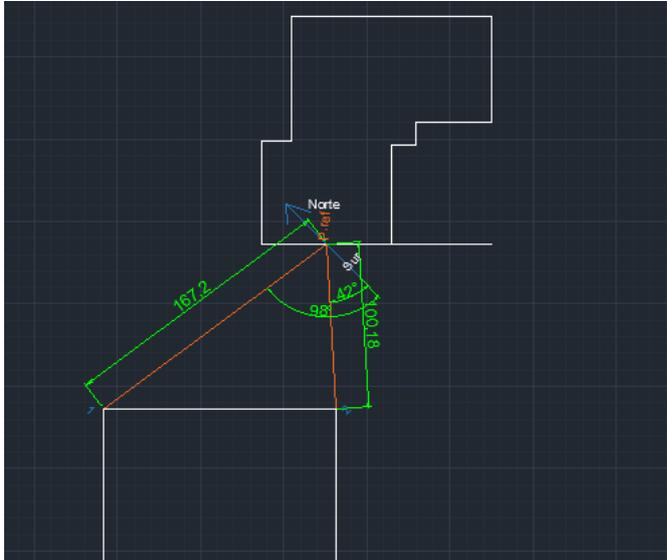


Imagen 6.25. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Fachada Sur

Se han introducido los valores del acimut y ángulo de elevación de los puntos 1 y 2 en el programa para generar el patrón de sombras. Más adelante se muestra una tabla Excel con todos los datos de todos los patrones de sombra.

Patrones de sombra

Nombre del patrón de sombras:

Patrones de sombra definidos: sobre fachada Sur

Trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares

Elevación β (°)

Acimut α (°)

Definir polígonos

| | | | | |
|------------|----|-----------|-------|--|
| α 1 | 98 | β 1 | 26.6 | <input type="button" value="Añadir"/> |
| α 2 | 42 | β 2 | 40.36 | <input type="button" value="Modificar"/> |
| α 3 | 42 | β 3 | 0 | <input type="button" value="Borrar"/> |
| α 4 | 98 | β 4 | 0 | |

Introducción simplificada Obstáculos rectangulares

| α 1 | β 1 | α 2 | β 2 | α 3 | β 3 | α 4 | β 4 |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 98.0 | 26.6 | 42.0 | 40.36 | 42.0 | 0.0 | 98.0 | 0.0 |

Sitúese en el centro del elemento sombreado mirando al sur; Ángulos al este negativos

Imagen 6.26. Patrón de sombra para fachada sur

Una vez guardado el patrón, se irá al árbol de programa y se introducirá el patrón de sombra en la fachada Sur y en los huecos de la fachada.

Sombra Oeste 2

Se procederá de la misma manera para la sombra producida por el edificio colindante sobre la fachada Oeste 2.

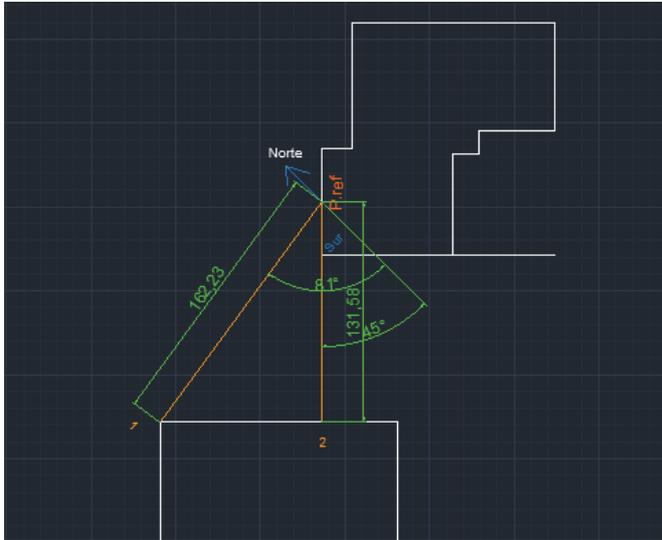


Imagen 6.27. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Fachada Oeste 2

Y se introducen en el programa creando un nuevo patrón de sombra, que una vez establecido, se le adjuntará a la fachada Oeste 2.

Patrones de sombra

Nombre del patrón de sombras:

Patrones de sombra definidos:

Trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares

Elevación β (°)

Acimut α (°)

Definición:

| | | | | |
|------------|----|-----------|-------|--|
| α 1 | 81 | β 1 | 27,47 | <input type="button" value="Añadir"/> |
| α 2 | 26 | β 2 | 33 | <input type="button" value="Modificar"/> |
| α 3 | 26 | β 3 | 0 | <input type="button" value="Borrar"/> |
| α 4 | 81 | β 4 | 0 | |

Introducción simplificada: Obstáculos rectangulares

| α 1 | β 1 | α 2 | β 2 | α 3 | β 3 | α 4 | β 4 |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 81.0 | 27.47 | 26.0 | 33.0 | 26.0 | 0.0 | 81.0 | 0.0 |

Sitúese en el centro del elemento sombreado mirando al sur; Ángulos al este negativos

Imagen 6.28. Patrón de sombras para la fachada Oeste 2

Sombre Oeste 1 (propia sombra)

Y por último hay que analizar la propia sombra que proyecta la fachada norte 2 del edificio sobre la fachada oeste 1.

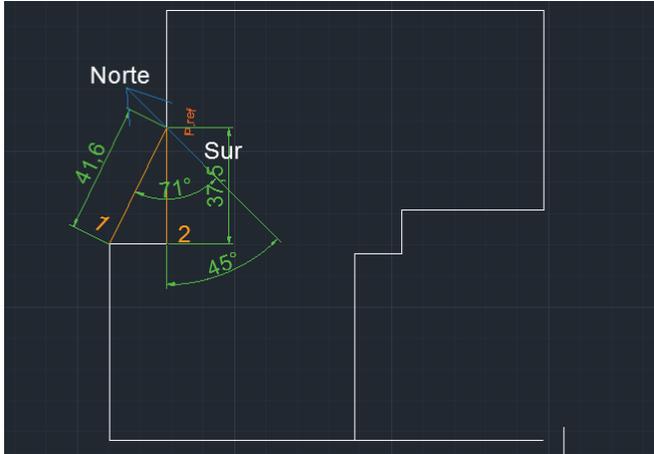


Imagen 6.29. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Oeste 1

Patrones de sombra

Nombre del patrón de sombras:

Patrones de sombra definidos:

Trayectoria solar para la Península Ibérica y Baleares

Elevación β (°)

Definir obstáculos

| | | | | |
|------------|----|-----------|-------|--|
| α 1 | 71 | β 1 | 63.7 | <input type="button" value="Añadir"/> |
| α 2 | 45 | β 2 | 65.84 | <input type="button" value="Modificar"/> |
| α 3 | 45 | β 3 | 0 | <input type="button" value="Borrar"/> |
| α 4 | 71 | β 4 | 0 | |

Introducción simplificada

| α 1 | β 1 | α 2 | β 2 | α 3 | β 3 | α 4 | β 4 |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 71.0 | 63.7 | 45.0 | 65.84 | 45.0 | 0.0 | 71.0 | 0.0 |

Sitúese en el centro del elemento sombreado mirando al sur; Ángulos al este negativos

Imagen 6.30. Patrón de sombras para la fachada Oeste 1

Una vez se hayan asignado cada patrón de sombra a las fachadas correspondientes, ya habríamos terminado el proceso.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla todos los valores que se han necesitado para el cálculo de α y β en los casos descritos anteriormente. Al ser planos verticales los que producían sombra, se han cogido dos puntos por cada plano.

Tabla 6.8. Datos para el cálculo de α y β

| | Punto | H | L | H/L | β | α |
|---|-------|-----|-------|------|---------|----------|
| Sobre fachada sur (plano vertical del edificio colindante) | 1 | 8,5 | 16,7 | 0,5 | 26,6 | 98 |
| | 2 | 8,5 | 10 | 0,85 | 40,36 | 42 |
| | | | | | | |
| Sobre fachada oeste 2(plano vertical del edificio colindante) | 1 | 8,5 | 16,23 | 0,52 | 27,47 | 81 |
| | 2 | 8,5 | 13,1 | 0,65 | 33 | 26 |
| | | | | | | |
| Fachada Norte 2 sobre Oeste 1 | 1 | 8,5 | 4,2 | 2,02 | 63,7 | 71 |
| | 2 | 8,5 | 3,8 | 2,23 | 65,84 | 45 |

6.2.4 Introducción de las instalaciones

El último paso consiste en introducir las instalaciones energéticas de la vivienda.

Nuestra vivienda cuenta con un equipo mixto de calefacción y agua corriente sanitaria, no hay refrigeración y se emplea una caldera centralizada de condensación con gas natural como combustible. La potencia de la caldera centralizada es de 635 KW, con un rendimiento 95 %, pese a que se trata de una caldera de condensación.

Debido a que la caldera tiene un buen aislamiento, se seleccionará esta casilla. El porcentaje de demanda cubierta de ACS y calefacción es del 100%, lo cual también se indicará.

Cuenta con un equipo de acumulación, con un depósito de 540 litros. El valor del multiplicador que hay que introducir, se calcula repartiendo el depósito entre las 24 viviendas del edificio, que cuentan con la misma superficie: $1/24=0.042$.

De esta forma, ya tendríamos definido nuestro sistema y solo nos quedaría darle a añadir.

CE3X - res: C:\Users\Iribarren\Desktop\Certificacion ejemplo mio.cex

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones Medidas de mejora Calificación Energética

Edificio Objeto
Calefacción y ACS

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) | 100.81 | 100.81 |
| Porcentaje (%) | 100 | 100 |

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

Potencia nominal: W

Carga media real (comb):

Rendimiento de combustión:

Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción): %

Aislamiento de la caldera:

Con Acumulación

Valor UA:

Volumen de un depósito:

Multiplicador:

Tipo de aislamiento:

Espesor: m

UA: W/K

Tª alta: °C

Tª baja: °C

Imagen 6.31. Pantalla de introducción de los datos de la instalación

6.3 Calificación energética

Una vez tenemos completamente definido el edificio, le damos a obtener la calificación energética.

Este edificio ha obtenido una calificación de la letra “D”, con unas emisiones 29.7 kg CO₂/m².

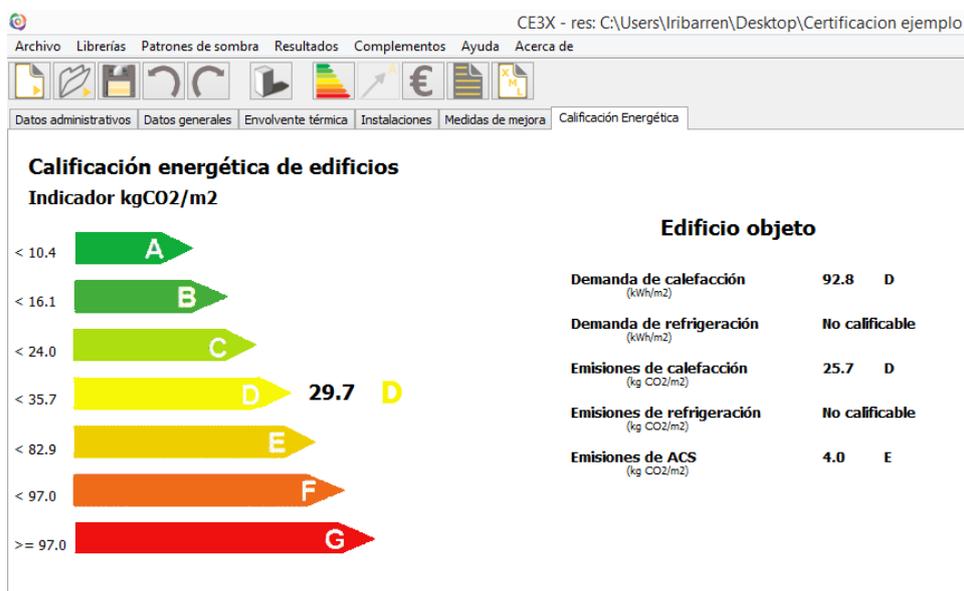


Imagen 6.32. Pantalla de los resultados de la calificación energética

6.4 Medidas de mejora

Una vez obtenida la calificación energética del edificio, se va a proceder a analizar distintas medidas de mejora con el objetivo de mejorar la eficiencia energética del edificio. El programa automáticamente nos propone una serie de medidas a realizar, pero también existe la posibilidad de introducir otras medidas que el evaluador considere oportunas. Podremos establecer paquetes de medida, con el objetivo de ver la calificación que se obtendría con cada uno de ellos.

En este caso, se van a considerar dos paquetes de medidas, uno añadiendo un aislante térmico a la fachada por el interior, y otro que estará compuesto además por el aislante de la fachada, por el aislamiento de las cajas de persiana.

6.4.1 Aislamiento de la fachada por pared interior (Medida 1)

Se aplicará una de las mejoras que el programa nos ha propuesto, pero se modificará el valor de la transmitancia del aislante, que será de $0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

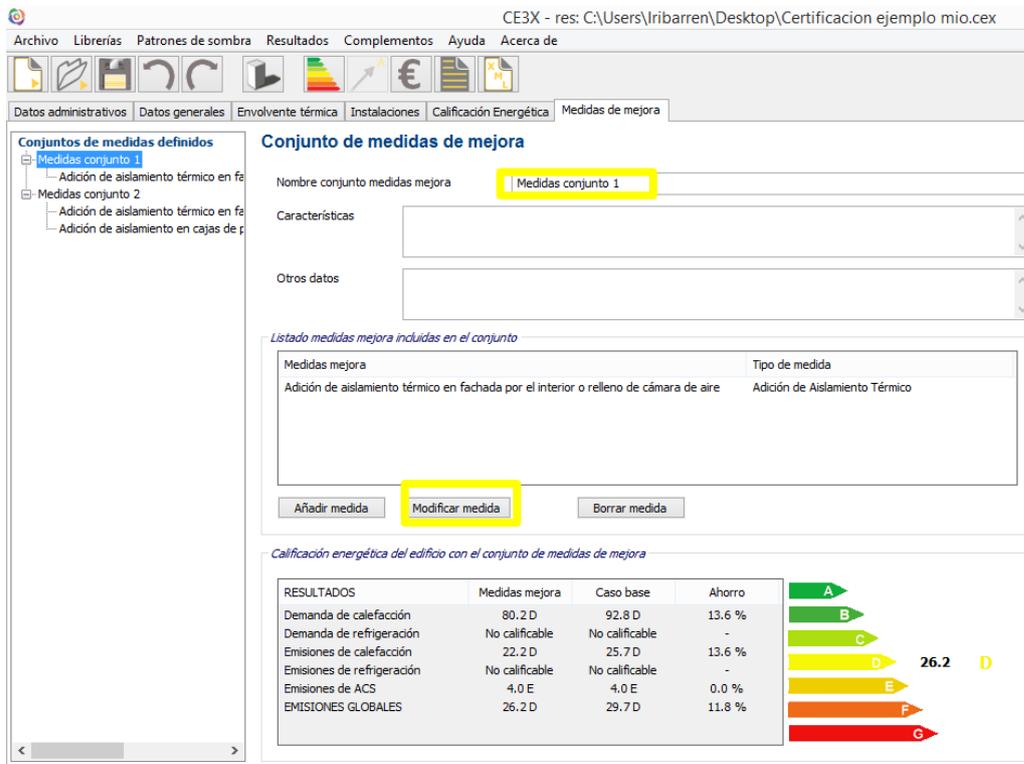


Imagen 6.33. Pantalla de selección de la medida de aislamiento de la fachada interior

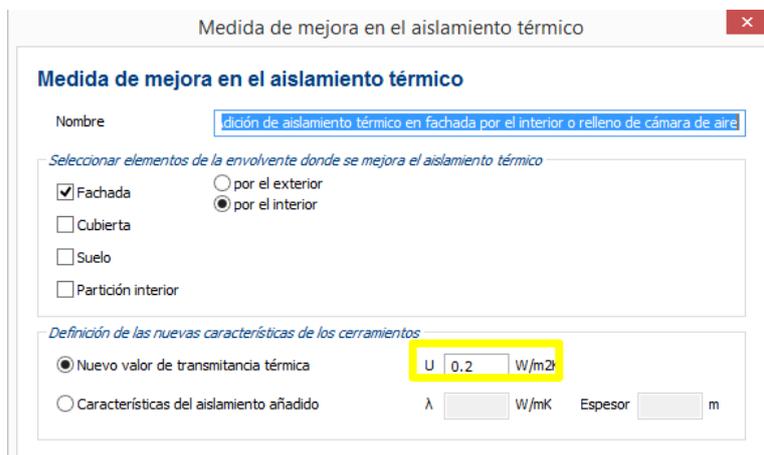


Imagen 6.34. Pantalla de modificación de la medida propuesta por el programa

6.4.2 Aislamiento de fachada y de cajas de persiana (Medida 2)

Además de la primera propuesta, se añadirá también un aislamiento en las cajas de las persianas, que mejorará la eficiencia energética de la vivienda.

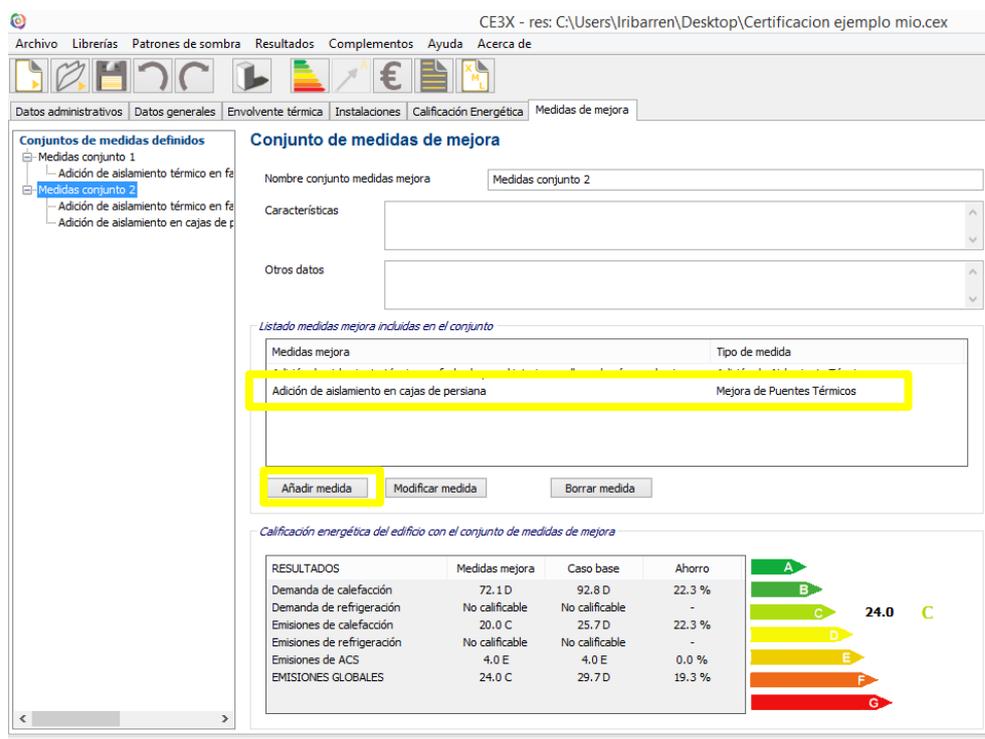


Imagen 6.35. Pantalla de introducción del aislante en las cajas de persiana

De esta manera, ya tenemos establecidas los dos conjuntos de mejora. El programa compara el comportamiento de la demanda de calefacción, emisiones de CO₂ de calefacción, emisiones de CO₂ de ACS, las emisiones globales y el ahorro que supone la implementación de cada uno de los conjuntos de mejoras propuestos.

6.4.3 Calificación energética con las medidas de mejora

La nueva calificación energética obtenida para el segundo paquete de mejoras, es la letra C.

| RESULTADOS | Medidas mejora | Caso base | Ahorro | |
|----------------------------|----------------|----------------|--------|--|
| Demanda de calefacción | 72.1 D | 92.8 D | 22.3 % | |
| Demanda de refrigeración | No calificable | No calificable | - | |
| Emisiones de calefacción | 20.0 C | 25.7 D | 22.3 % | |
| Emisiones de refrigeración | No calificable | No calificable | - | |
| Emisiones de ACS | 4.0 E | 4.0 E | 0.0 % | |
| EMISIONES GLOBALES | 24.0 C | 29.7 D | 19.3 % | |

Imagen 6.36. Calificación energética con el segundo paquete de medidas de mejora

6.5 Análisis económico de las medidas de mejora

En esta apartado se analizará el coste económico que supondría realizar las medidas propuestas anteriormente y el tiempo que se tardaría en amortizarlo.

El programa nos permite realizar el análisis económico de dos formas, a partir de las facturas de consumo de energía o a partir de las estimaciones teóricas de demandas y consumos. En este caso se ha realizado el análisis con la segunda opción.

6.5.1 Introducción de los datos económicos

Los datos que hay que introducir son los siguientes:

- Gas natural: 0.05 €/KWh
- Electricidad: 0.119 €/KWh
- Interés: 5%
- Incremento anual del precio de la energía: 5%

CE3X - res: C:\Users\Iribarren\Desktop\Certificacion

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envolvente térmica Instalaciones Calificación Energética Medidas de mejora Análisis económico

Facturas Datos económicos Coste de las medidas Resultado

Definición de los parámetros económicos

Precio asociado a los diferentes combustibles

| | | |
|------------------------------|-------|-------|
| Gas Natural | 0.05 | €/KWh |
| Gasóleo-C | | €/KWh |
| Electricidad | 0.119 | €/KWh |
| GLP | | €/KWh |
| Carbón | | €/KWh |
| Biocarburante | | €/KWh |
| Biomasa no densificada | | €/KWh |
| Biomasa densificada (pelets) | | €/KWh |

Datos económicos

| | | |
|---|---|---|
| Incremento anual del precio de la energía | 3 | % |
| Tipo de interés o coste de oportunidad | 5 | % |

Imagen 6.37. Pantalla introducción de los datos económicos

6.5.2 Introducción de los costes de las medidas

Tendremos que introducir para cada medida de mejora, su coste, la vida útil en años, y el coste anual que supone mantenerlo. En nuestro caso los datos serán los siguientes:

Tabla 6.9. Coste, vida útil y coste del mantenimiento de las mejoras introducidas

| Mejora | Coste de la medida | Vida útil | Incremento coste anual |
|----------------------------------|--------------------|-----------|------------------------|
| Aislamiento de la fachada | 1900 | 50 | 0 |
| Aislamiento en cajas de persiana | 980 | 25 | 0 |

El incremento del coste anual en ambos casos es cero, ya que una vez que se instalan no se necesita de ninguna obra de mantenimiento.

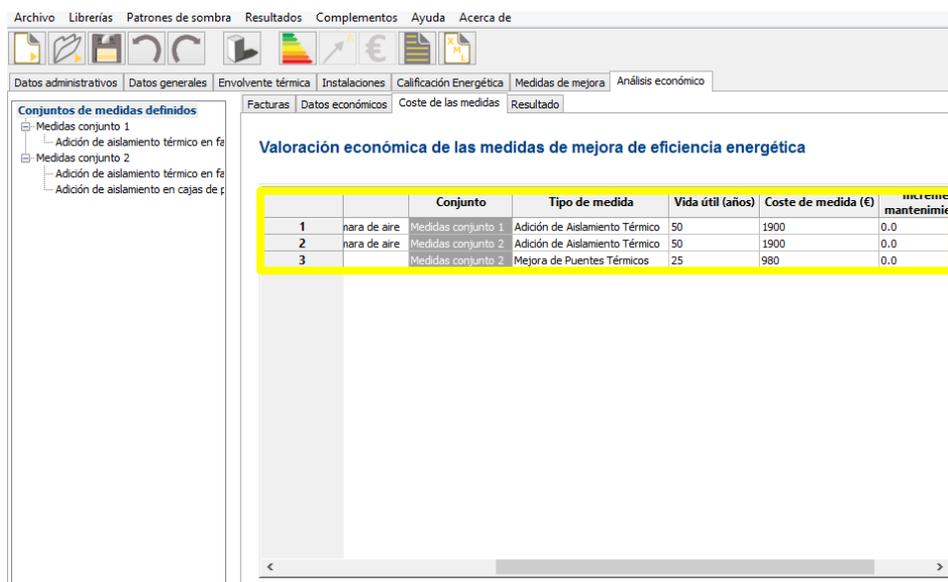


Imagen 6.38. Pantalla introducción de los costes de inversión y de la vida útil de las medidas

6.5.3 Resultado del estudio económico

Se muestra el resultado del análisis económico, en el que se indican los plazos de amortización de los paquetes de medidas de mejora.

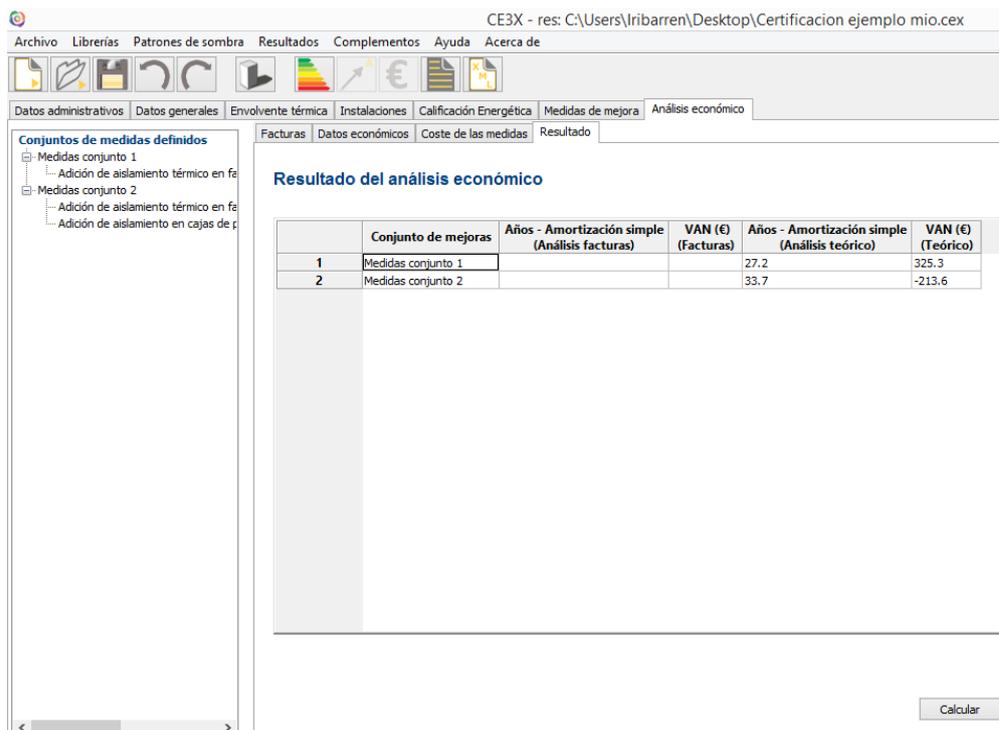


Imagen 6.39. Pantalla de los resultados del análisis económico

6.6 Generación del certificado de eficiencia energética

El último paso es generar el informe de certificación del edificio. Aparecerán todos los datos del edificio introducidos en el programa y se mostrará la calificación actual de la vivienda y la obtenida tras la aplicación de las medidas de mejora.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

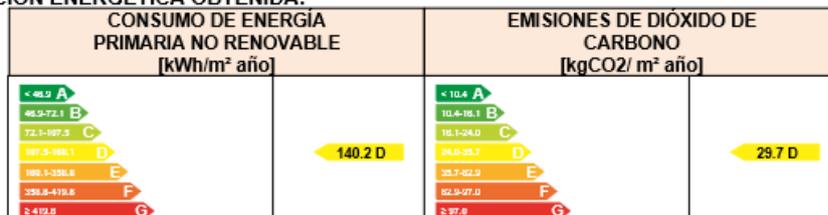
| | | | |
|---|---|--------------------|-----------------|
| Nombre del edificio | Mirasonsoles 2 | | |
| Dirección | Calle Víctimas del Terrorismo nº 18 2-A | | |
| Municipio | Ávila | Código Postal | 05003 |
| Provincia | Ávila | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| Zona climática | E1 | Año construcción | 2010 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | C.T.E. | | |
| Referencia/s catastral/es | XXXXXX | | |

| Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica: | |
|--|---|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar • Bloque <ul style="list-style-type: none"> • Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local | |

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | | |
|--|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Nombre y Apellidos | Pablo Ibarren Robledo | NIF(NIE) | 70824674S |
| Razón social | Certificación energética | NIF | 874 |
| Domicilio | C/Arévalo nº 1 3-2 | | |
| Municipio | Ávila | Código Postal | 05001 |
| Provincia | Ávila | Comunidad Autónoma | Castilla y León |
| e-mail: | pabloirrob@gmail.com | Teléfono | 610801218 |
| Titulación habilitante según normativa vigente | XXXX | | |
| Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión: | CEXv2.3 | | |

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 17/05/2018

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:

Fecha
Ref. Catastral

17/05/2018
XXXXXX

Página 1 de 7

Imagen 6.40. Primera página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

| | |
|---|--------|
| Superficie habitable [m²] | 100.81 |
|---|--------|

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

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|-----------------|---------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Fachada Norte 1 | Fachada | 21.7 | 0.68 | Conocidas |
| Fachada Norte 2 | Fachada | 4.8 | 0.68 | Conocidas |
| Fachada Oeste 1 | Fachada | 15.87 | 0.68 | Conocidas |
| Fachada Oeste 2 | Fachada | 14.4 | 0.68 | Conocidas |
| Fachada Sur | Fachada | 11.98 | 0.68 | Conocidas |

Huecos y lucernarios

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|---------------------------------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Hueco Fachada Oeste 1 | Hueco | 0.93 | 1.97 | 0.50 | Estimado | Estimado |
| Hueco Fachada Norte 1 | Hueco | 7.1 | 1.97 | 0.50 | Estimado | Estimado |
| Hueco Salon Puerta Fachada Sur | Hueco | 1.98 | 1.97 | 0.35 | Estimado | Estimado |
| Hueco Cocina Puerta Fachada Sur | Hueco | 1.98 | 1.97 | 0.35 | Estimado | Estimado |
| Hueco Salon ventana Fachada sur | Hueco | 2.06 | 1.97 | 0.41 | Estimado | Estimado |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Condensación | 635 | 91.0 | Gas Natural | Estimado |
| TOTALES | Calefacción | | | | |

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

| | |
|--|------|
| Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día) | 70.0 |
|--|------|

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Calefacción y ACS | Caldera Condensación | 635 | 91.0 | Gas Natural | Estimado |
| TOTALES | ACS | | | | |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-------------|
| Zona climática | E1 | Uso | Residencial |
|----------------|----|-----|-------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|---|---|--------------------|
| | 29.7 D | | CALEFACCIÓN | ACS |
| | <i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i> | D | <i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i> | E |
| | 25.69 | | 3.99 | |
| | | | REFRIGERACIÓN | ILUMINACIÓN |
| <i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i> | <i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i> | - | <i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i> | - |
| | 0.00 | | - | |

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

| | kgCO ₂ /m ² año | kgCO ₂ /año |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| <i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i> | 0.00 | 0.48 |
| <i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i> | 29.68 | 2991.92 |

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 | | | |
|--|---|---|---|--------------------|
| | 140.2 D | | CALEFACCIÓN | ACS |
| | <i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i> | D | <i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i> | E |
| | 121.32 | | 18.83 | |
| | | | REFRIGERACIÓN | ILUMINACIÓN |
| <i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i> | <i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i> | - | <i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i> | - |
| | 0.03 | | - | |

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 |
|---|---|
| | No calificable |
| 92.8 D | |
| <i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i> | <i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i> |

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

Fecha
Ref. Catastral

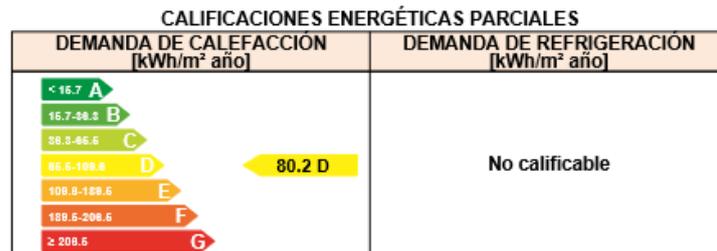
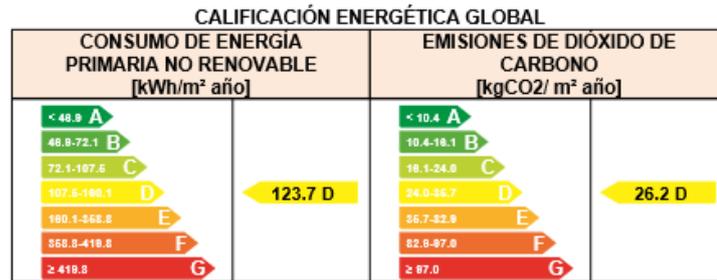
17/05/2018
XXXXXX

Página 4 de 7

Imagen 6.43. Cuarta página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Medidas conjunto 1



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/m ² año] | 88.11 | 13.6% | 0.00 | 95.7% | 15.82 | 0.0% | - | -% | 103.93 | 11.8% |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 104.85 | D 13.6% | 0.00 | - 95.7% | 18.83 | E 0.0% | - | - -% | 123.68 | D 11.8% |
| Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 22.20 | D 13.6% | 0.00 | - 95.7% | 3.99 | E 0.0% | - | - -% | 26.19 | D 11.8% |
| Demanda [kWh/m ² año] | 80.18 | D 13.6% | 0.00 | - 95.7% | | | | | | |

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) |
| Coste estimado de la medida 1900.0 € |
| Otros datos de interés |

Fecha
Ref. Catastral

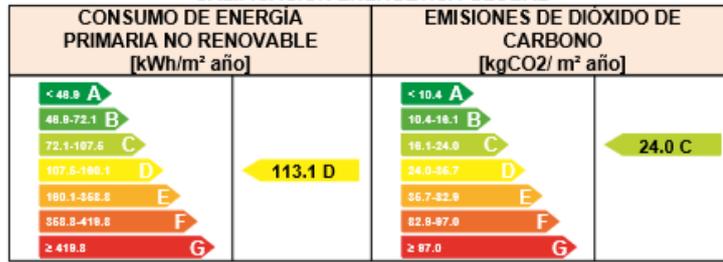
17/05/2018
XXXXXX

Página 5 de 7

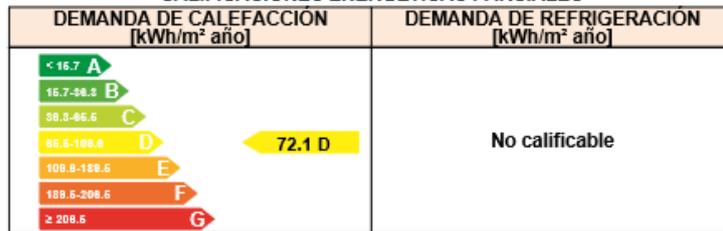
Imagen 6.44. Quinta página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Medidas conjunto 2

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



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] | 79.24 | 22.3% | 0.00 | 95.2% | 15.82 | 0.0% | - | -% | 95.07 | 19.3% |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 94.30 | C 22.3% | 0.00 | - 95.2% | 18.83 | E 0.0% | - | - | 113.13 | D 19.3% |
| Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año] | 19.97 | C 22.3% | 0.00 | - 95.2% | 3.99 | E 0.0% | - | - | 23.96 | C 19.3% |
| Demanda [kWh/m² año] | 72.11 | D 22.3% | 0.00 | - 95.2% | | | | | | |

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) |
| Coste estimado de la medida 2880.0 € |
| 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.

| | |
|--|------------|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador | 17/05/2018 |
|--|------------|

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

Fecha
Ref. Catastral

17/05/2018
XXXXXX

Página 7 de 7

Imagen 6.46. Séptima página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

7. Conclusiones

Una vez desarrollados todos los puntos de este proyecto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

En Europa el 41% de la energía total consumida y el 35% de las emisiones de CO₂ corresponden al sector de la edificación, por lo que las Directivas Europeas llevan años trabajando para reducir estas cifras y fomentar el uso de energías renovables.

Respecto a la matriz energética para la producción de electricidad de los países que se han estudiado, cabe destacar el papel de Francia, ya que aproximadamente el 75% de la producción de electricidad proviene de centrales nucleares, al contrario que en Italia y Portugal, donde la aportación de esta fuente de energía es nula. Respecto al resto de países, hemos observado que aunque la aportación de energía renovable aumente año tras año, sigue siendo del mismo orden que la de origen fósil. Actualmente, los Estados de la Unión Europea han establecido que a partir del 2020 los edificios de nueva construcción deberán tener un consumo de energía prácticamente nulo, y la que consuman deberá proceder de fuentes renovables.

Como se ha desarrollado en el proyecto, la matriz energética es un factor que influye en la determinación de los factores de conversión de energía primaria y de emisiones de CO₂. Los países que cuenten con mayor porcentaje de energía procedente de fuentes renovables, tendrán factores de paso más próximos a la unidad. En Europa, el factor de paso de energía final (eléctrica) a energía primaria es de 2.5, lo que significa que para cada unidad de energía eléctrica consumida, se ha consumido dos veces y media más de energía primaria.

Estos factores de paso están incluidos en los programas informáticos de los distintos países para la certificación energética de los edificios, de tal forma que dichos programas estimarán el consumo energético de los edificios y para cada tipo de energía final, mediante los factores de conversión de energía primaria y emisiones de CO₂, obtendrán la energía primaria consumida y las emisiones de CO₂ respectivamente. De esta manera se obtendrán los indicadores de eficiencia energética con los que se clasificará el edificio energéticamente.

En cuanto a la metodología de la certificación energética de los edificios en los distintos países de la Unión Europea, aunque existen una serie de Directivas que marcan las directrices a seguir en materia de eficiencia energética, los Estados Miembros legislan de una forma libre los requisitos mínimos requeridos. De esta manera hay una gran heterogeneidad en los modelos de certificación aplicados, que se ve reflejada en el alcance de la certificación, la obligatoriedad, en la forma en que se presentan los resultados y en la finalidad de la certificación.

Los límites de consumo energético son muy distintos entre los distintos países de la Unión Europea y también existen importantes diferencias en las estructuras de las regulaciones energéticas en cuanto a: el indicador de eficiencia energético utilizado, los sistemas contemplados en la certificación (Calefacción, ACS, Iluminación, Ventilación) y métodos de evaluación empleados.

En el último apartado del proyecto se ha realizado una certificación energética de un edificio de Ávila a través del procedimiento simplificado con el programa CE3X. Este procedimiento se aplica a edificios existentes y obtiene una estimación de menor rigor en el cálculo que el procedimiento general, ya que se apoya en una base de datos de edificios de similares características. Es una herramienta muy útil a la hora de realizar certificaciones energéticas en edificios existentes y resulta muy sencilla a la hora de manejarla.

A modo de finalización, se puede obtener una conclusión global del trabajo. Aunque el marco normativo sea igual para todos los países de la Unión Europea, los procesos de cálculo y requisitos mínimos difieren mucho entre cada uno de los países. Sin embargo, los principales objetivos son comunes en cada uno de los países integrantes, que a lo largo de los años van proponiendo nuevas Directivas con el objetivo de reducir la energía consumida en los edificios, y llegar al propósito de que todos los edificios de nueva construcción a partir del año 2020 no consuman energía.

8. Bibliografía

- [1] European Commission. *Energy*: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>
- [2] United Nations. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.
- [3] European Commission. *Energy 2020*: <https://www.ecointeligencia.com/2011/03/la-apuesta-2020-para-2020/>
- [4] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Ahorro de la Energía. CTE DB-HE. 2017.
- [5] Web Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Disponible en: <http://www.minetad.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/Paginas/certificacion.aspx>
- [6] Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez, Javier M. Rey Hernández. *Eficiencia Energética en los Edificios*. Editorial Paraninfo, 2018.
- [7] Unión Europea. Directiva 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993(SAVE). *Diario Oficial de la Unión Europea* n° L 237, 22 de septiembre de 1993.
- [8] Unión Europea. Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002. *Diario Oficial de la Unión Europea* n° L 1/65, 4 de enero de 2003.
- [9] Unión Europea. Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010. *Diario Oficial de la Unión Europea* n° L 153/13, 18 de junio de 2010.
- [10] Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea* n° L 315/1, 14 de noviembre de 2012.
- [11] European Commission. *New Energy Performance in Buildings*. https://ec.europa.eu/info/news/commission-welcomes-council-adoption-new-energy-performance-buildings-directive-2018-may-14_en
- [12] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *Spain-Energy System Overview 2016*. <https://www.iea.org/media/countries/spain.pdf>
- [13] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *Germany-Energy System Overview 2016*. <https://www.iea.org/media/countries/germany.pdf>
- [14] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *UK- Energy System Overview 2016*. <https://www.iea.org/media/countries/unitedkingdom.pdf>

- [15] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *France Energy System Overview 2016*.
<https://www.iea.org/media/countries/france.pdf>
- [16] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *Italy Energy System Overview 2016*.
<https://www.iea.org/media/countries/italy.pdf>
- [17] Agencia Internacional de la Energía (IEA). *Portugal Energy System Overview 2016*.
<https://www.iea.org/media/countries/portugal.pdf>
- [18] Agencia Internacional de la Energía. *Statics: Key electricity trends 2016*.
<https://www.iea.org/newsroom/news/2017/april/statistics-key-electricity-trends-2016.html>
- [19] CTE DB-HE. Código Técnico de la Edificación. *Documento Básico HE Ahorro de la Energía*.
- [20] Sergei Saprunov. *Calculation of the primary energy factor for finnish district heating and electricity*, 2017.
- [21] The Danish Ecological Council. *The Primary Energy Factors in the EPBD*, 27 de Marzo de 2017. Disponible en: <https://www.ecocouncil.dk/udgivelser/notater/2170-170322-revision-of-the-eu-buildings-directive/file>
- [22] IDAE. *Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*, Versión 2013 actualizada.
- [23] Energy Norway, Adapt Consulting. *Conversion Factors for Electricity in Energy Policy*, 2013. Disponible en:
<https://www.energinorge.no/contentassets/e86a4dc8771845dfb03fee35c1d0f45d/2013-02-15--conversion-factors-for-electricity.pdf>
- [24] International Energy Agency (IEA).
<https://www.iea.org/statistics/resources/questionnaires/faq/>
- [25] EGall Ingeniería. *Engineering GlobAll*. Disponible en: <https://www.egall.es/nuevos-factores-co2>
- [26] *Energieeinsparverordnung - EnEv 2014*. (Segunda parte de la Ordenza de Ahorro de la Energía EnEv 2014). Disponible en: <https://www.energie-experten.org/energie-sparen/energieberatung/energieeinsparverordnung-enev/enev-2016.html>
- [27] *Règlementation thermique (Reglamento Térmico de los Edificios)*. Disponible en:
<http://www.rt-batiment.fr/index.php?id=144&faqid=199>
- [28] BRE – SAP 2016. *CO2 and Primary Energy Factors for SAP 2016*. Disponible en:
https://www.bre.co.uk/filelibrary/SAP/2016/CONSP-07---CO2-and-PE-factors---V1_0.pdf

- [29] Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG). Despacho nº 15793-C/2013. Disponible en: www.get.pt/site_files/publicaes/.../novos_regulamentos_050320141403110515.pdf
- [30] ARES – Agenzia Regionale per l'edilizia sostenibile. *Il Nuovo APE 2015*. Disponible en: http://www.aresfvq.it/files/Il%20nuovo%20APE%202015%20v2.0_1.pdf
- [31] Eurogas. *Eurogas View son Primary Energy Factor*, 2016. Disponible en: http://www.eurogas.org/uploads/media/16PP210_-_Eurogas_Views_on_Primary_Energy_Factor.pdf
- [32] Umweltbundesamt. *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in der Jahren 1990-2016*. Disponible en: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-05-22_climate-change_15-2017_strommix.pdf
- [33] Concerted Action – Energy Performance of Buildings. *Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2016*. Disponible en: <https://www.epbd-ca.eu/outcomes/2011-2015/CA3-BOOK-2016-A-web.pdf>
- [34] International Energy Agency. *Energy Performance Certification of Buildings*. Disponible en: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/buildings_certification.pdf
- [35] IDAE. *Calificación de la eficiencia energética de los edificios. Julio 2015*.
- [36] Ignacio Zabalza, Sergio Díaz y Alfonso Aranda. *Manual práctico de certificación energética de edificios. España. 2008*.
- [37] Boletín Oficial del Estado. Real decreto 2429/1979, de 6 de julio, por el que se aprueba la norma básica de edificación NBE-CT-79, sobre condiciones térmicas en los edificios. *BOE nº 253, 22 de octubre de 1979*.
- [38] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético. *BOE nº 188, 6 de agosto de 1980*.
- [39] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). *BOE nº 186, 5 de agosto de 1998*.
- [40] Boletín Oficial del Estado. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). *BOE nº 266, 6 de noviembre de 1999*.
- [41] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 47/2007, de 19 de enero de 2007, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. *BOE nº 27, 31 de enero de 2007*.

- [42] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril de 2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *BOE no 89, 13 de abril de 2013.*
- [43] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto 564/2017, de 2 de junio de 2017, por el que se modifica el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. *BOE nº 134, 6 de junio de 2017.*
- [44] IDAE. *Reciente actualización de la metodología para la certificación energética de los edificios.* Disponible en: www.idae.es/file/13060/download?token=3b5cugAv
- [45] IDAE. *Modelo de certificado de eficiencia energética.* Editado por el IDEA, 2006.
- [46] IDAE. *Modelo de etiqueta de eficiencia energética.* Editado por el IDEA, 2006
- [47] IDAE. *Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X.* Editado por el IDEA, versión de 10 de abril de 2013.
- [48] IDAE. *Escala de calificación energética, Edificios de nueva construcción.*
- [49] IDAE. *Escala de calificación energética, Edificios existentes.*
- [50] IDAE. Disponible en:
<http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/documentosreconocidos.aspx>
- [51] CTE. *Código Técnico de la edificación.* <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-recursos/menu-aplicaciones/282-herramienta-unificada-lider-calener>
- [52] IDAE. *Calener-VYP, Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos. Manual de usuario.*
- [53] IDAE. *Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X, 2015.*
- [54] *Certificados Energéticos.* Disponible en:
<https://www.certificadosenergeticos.com/cerma-certificacion-energetica-edificios-nuevos-existentes>
- [55] *Energieeinsparverordnung – EnEv 2014 (Ordenanza de ahorro de energía 2014), 2014, segunda parte modificada en 2016.*
- [56] *EnEv online.* Disponible en: http://www.enev-online.com/enev_2014.../01_anwendungsbereich.htm
- [57] *Concerted Action Energy - Performance of Buildings. Implementation of the EPBD in Germany, 2014.*

- [58] Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (BBSR). https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/EN/Home/home_node.html
- [59] DENA: Deutsche Energie – Agentur (Agencia Alemana de la Energía). <https://www.dena.de/startseite/>
- [60] Baunetz_Wissen. Disponible en: <https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/regelwerke/din-v-18599-normenreihe-zur-bewertung-von-gebaeuden-677364>
- [61] Hottgenroth Software. Disponible en: <https://www.hottgenroth.de/index.html>
- [62] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. ADEME. Disponible en: <http://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementation-thermique-2012/presentation.html>
- [63] Ministère de la Cohésion des Territoires. Disponible en: <http://www.cohesion-territoires.gouv.fr/la-reglementation-thermique-existant-par-element>
- [64] Concerted Action - Energy Performance of Buildings. *Implementation of the EPBD in France, 2014.*
- [65] Ministère de la Transition écologique et solidaire. *Diagnostic de performance énergétique (DPE)*. Disponible en: <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>
- [66] ADEME. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Agencia del Medio ambiente y Gestión de la Energía). Disponible en: <http://www.ademe.fr>
- [67] Ministère de la Transition Écologique et Solidaire. Ministère de la Cohésion des Territoires. *Les Économies D'Énergie dans Le Bâtiment*. Disponible en: <http://www.rt-batiment.fr/batiments-existants/dpe/evaluation-des-logiciels.html>
- [68] Página web: <http://www.dpe-batiment.fr/>
- [69] Concerted Action - Energy Performance of Buildings. *Implementation of the EPBD in United Kingdom, 2014.*
- [70] Gobierno United Kingdom. *Página web:* <https://www.gov.uk/government/collections/energy-performance-of-buildings-certificates>
- [71] The European Portal For Energy Efficiency In Buildings. BUILD UP. Disponible en: <http://www.buildup.eu/en/practices/publications/epbd-implementation-united-kingdom-england-status-end-2014-0>
- [72] Department for Communities and Local Government (GOV UK). *Improving the energy efficiency of our buildings, 2016.* Disponible en:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/452481/DEC_Guidance_rev_July_2015_.pdf

- [73] Department for Communities and Local Government (GOV UK). *A guide to energy performance certificates for the construction, sale and let of non dwellings*, 2017.
Disponibile en:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/666186/A_guide_to_energy_performance_certificates_for_the_construction_sale_and_let_of_non-dwellings.pdf
- [74] Department for Communities and Local Government (GOV UK). *A guide to energy performance certificates for the construction, sale and let of dwellings*, 2017.
Disponibile en:
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/671018/A_guide_to_energy_performance_certificates_for_the_marketing_sale_and_let_of_dwellings.pdf
- [75] GOV.UK. *Standard Assessment Procedure*. Disponibile en:
<https://www.gov.uk/guidance/standard-assessment-procedure>
- [76] BRE - Building Research Establishment. Disponibile en:
<https://www.bre.co.uk/sap2012/page.jsp?id=2767>
- [77] Draft SAP 2016. *The Government's Standard Assessment Procedure for Energy of Drellings*, 2016.
- [78] BRE – Building Research Establishment. *Approved software for SAP 2012*.
Modificado el 22 de Febrero de 2017. Disponibile en:
http://www.bre.co.uk/filelibrary/SAP/2012/SAP2012_9-92_software.pdf
- [79] Stroma Software. *Fsap Software for SAP Assessments*. Disponibile en:
<https://www.stroma.com/software/fsap>
- [80] ADENE. Agencia de la Energía en Portugal. Disponibile en: <https://www.adene.pt/>
- [81] DGE. Direcção General de Energia y Geología. Disponibile en:
<http://www.dgeg.gov.pt/>
- [82] International Energy Agency (IEA). *Energy Performance Certification of Buildings*, 2010
- [83] Concerted Action - Energy Performance of Builings. *Implementation of the EPBD in Portugal*, 2014.
- [84] Ministério da Economia e do Emprego. *Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto*.

- [85] ADENE. *Mais Qualidade nos Edifícios: Nova Regulamentação de Desenho Energético*. Disponible en: <http://edificioseenergia.pt/contents/documents/petravaquero.pdf>
- [86] Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. *Portaria n.º 349-C/2013*
- [87] Página Web: <https://www.comunicae.es/nota/la-agencia-para-la-energia-de-portugal-adene-renueva-la-certificacion-del-software-de-cype-para-validar-la-eficiencia-energetica-1039727/>
- [88] CYPE – Software para Engenharia e Construção. Disponible en: <http://cypetherm-reh.cype.pt/>
- [89] CYPE – Software para Engenharia e Construção. Disponible en: <http://cypetherm-recs-plus.cype.pt/>
- [90] LNEG – Laboratorio General de Energía y Geología. Disponible en: <http://www.lneg.pt/servicos/35/2172/>
- [91] CTI – Comitato Termotecnico Italiano. Disponible en: <https://www.cti2000.eu/legislazione-nazionale/>
- [92] Build up. The Europea Portal for Energy Efficiency in Buildings. *EPBD implementation in Italy, 2014*.
- [93] Concerted Action - Energy Performance of Buildings. *Implementation of the EPBD in Italy, 2014*.
- [94] ENEA. Agenzia Nazionale Eficienza Energetica. *Attestato di Prestazione Energetica (APE)*. Disponible en: <http://www.ufficienzaenergetica.enea.it/Cittadino/involucro/ape>
- [95] Certificado Energético.IT. Disponible en: <http://www.certificato-energetico.it/certificazione-energetica.html>
- [96] APE. Allegato 1, Articolo 3. *Linee Guida Nazionali per l'Attestazione della Prestazione Energetica Degli Edifici*. Disponible en: http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/normativa/DM_Linee_guida_APE_allegato1.pdf
- [97] CTI - Comitato Termotecnico Italiano. *La norme UNI/TS 11300*. Disponible en: <https://www.cti2000.eu/la-uni-ts-11300/>
- [98] ENEA –ITC. *DOCET*. Disponible en: <http://www.docet.itc.cnr.it/>
- [99] Certificado Energético.IT. *Programmi e Software per la Certificazione Energetica*. Disponible en: <http://www.certificato-energetico.it/certificatori/software.html>

ANEXO A: IMÁGENES

Imagen 2.1. Etiqueta energética

Imagen 3.1. Matriz energética producción electricidad

Imagen 3.2. Matriz energética producción electricidad Alemania 2016

Imagen 3.3. Matriz energética producción electricidad UK 2016

Imagen 3.4. Matriz energética producción electricidad Francia 2016

Imagen 3.5. Matriz energética producción electricidad Italia 2016

Imagen 3.6. Matriz energética producción electricidad Portugal 2016

Imagen 3.7. Matriz energética producción electricidad Europa 2016

Imagen 3.8. Comparativa fuentes de energía para producción de electricidad

Imagen 4.1. Transformación energía

Imagen 4.2. Esquema factores de paso de energía primaria

Imagen 4.3. Factores de conversión energía primaria y flujos de energía

Imagen 5.1. Primera página certificado de eficiencia energética en España

Imagen 5.2. Anexo I del certificado de eficiencia energética en España

Imagen 5.3. Anexo II del certificado de eficiencia energética en España

Imagen 5.4. Anexo III del certificado de eficiencia energética en España

Imagen 5.5. Anexo IV del certificado de eficiencia energética en España

Imagen 5.6. Etiqueta energética en España

Imagen 5.7. Resumen desnormalización

Imagen 5.8. Método de cálculo CE3X

Imagen 5.9. Elección tipo de certificado en Alemania

Imagen 5.10. Página 1 EPC Alemania

Imagen 5.11. Página 2 EPC Alemania

Imagen 5.12. Página 3 EPC Alemania

Imagen 5.13. Página 4 EPC Alemania

Imagen 5.14. Página 5 EPC Alemania

Imagen 5.15. Etiqueta energética para edificios residenciales

Imagen 5.16. Etiqueta energética para edificios no residenciales

Imagen 5.17. Página 1 del DPE

Imagen 5.18. Página 2 del DPE

Imagen 5.19. Página 3 del DPE

Imagen 5.20. Página 4 del DPE

Imagen 5.21. Etiquetas energéticas en Francia

Imagen 5.22. Responsables certificación energética en las distintas jurisdicciones de Reino Unido

Imagen 5.23. Primera página EPC de un edificio residencial (UK)

Imagen 5.24. Segunda página EPC de un edificio residencial (UK)

Imagen 5.25. Tercera página EPC de un edificio residencial (UK)

Imagen 5.26. Cuarta página del EPC de un edificio residencial (UK)

Imagen 5.27. Puntos de referencia edificios no residenciales (UK)

Imagen 5.28. Primera página del EPC de un edificio no residencial (UK)

Imagen 5.29. Imagen DEC (UK)

Imagen 5.30. Etiqueta energética Reino Unido (Calificación SAP)

Imagen 5.31. Etiqueta energética Reino Unido (Calificación Impacto ambiental)

Imagen 5.32. Página 1 EPC Portugal

Imagen 5.33. Página 2 EPC Portugal (Calificación componentes de la envoltura)

Imagen 5.34. Página 2 EPC Portugal (Ejemplo de pérdidas de calor y ganancias del edificio)

Imagen 5.35. Página 4 EPC Portugal (Ejemplo distribución energética de los edificios de Portugal)

Imagen 5.36. Etiqueta energética Portugal

Imagen 5.37. Zonas climáticas en Italia

Imagen 5.38. Página 1 APE

Imagen 5.39. Página 2 AP

Imagen 5.40. Página 3 APE

Imagen 5.41. Página 4 APE

Imagen 5.42. Etiqueta energética Italia

Imagen 6.1. Plano de emplazamiento de la vivienda

Imagen 6.2. Fachada noreste (desde calle Antonio Vivaldi)

Imagen 6.3. Fachada Suroeste (desde parcela)

Imagen 6.4. Plano de la vivienda

Imagen 6.5. Pantalla introducción datos administrativos

Imagen 6.6. Pantalla Introducción datos generales

Imagen 6.7. Imagen distintas fachadas a introducir en el programa

Imagen 6.8. Pantalla de introducción de los datos de muro fachada (Norte 1)

Imagen 6.9. Pantalla de introducción de datos de la cubierta en contacto con el aire

Imagen 6.10. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Norte 2)

Imagen 6.11. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Oeste 1)

Imagen 6.12. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Oeste 2)

Imagen 6.13. Pantalla de introducción de datos de los datos de muro fachada (Sur)

Imagen 6.14. Pantalla de introducción huecos de la fachada norte 1

Imagen 6.15. Pantalla absorptividad del marco

Imagen 6.16. Pantalla de introducción huecos de la fachada oeste 1

Imagen 6.17. Pantalla de introducción puerta del salón

Imagen 6.18. Pantalla de introducción ventana del salón

Imagen 6.19. Pantalla de introducción ventana de la cocina

Imagen 6.20. Pantalla de introducción de voladizo como dispositivo de protección solar

Imagen 6.21. Pantalla de introducción datos del voladizo

Imagen 6.22. Pantalla de introducción puentes térmicos por defecto

Imagen 6.23. Pantalla de definición de puentes térmicos

Imagen 6.24. Elección del material del puente térmico

Imagen 6.25. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Fachada Sur

Imagen 6.26. Patrón de sombra para fachada sur

Imagen 6.27. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Fachada Oeste 2

Imagen 6.28. Patrón de sombras para la fachada Oeste 2

Imagen 6.29. Determinación de los ángulos de los obstáculos sombreando Oeste 1

Imagen 6.30. Patrón de sombras para la fachada Oeste 1

Imagen 6.31. Pantalla de introducción de los datos de la instalación

Imagen 6.32. Pantalla de los resultados de la calificación energética

Imagen 6.33. Pantalla de selección de la medida de aislamiento de la fachada interior

Imagen 6.34. Pantalla de modificación de la medida propuesta por el programa

Imagen 6.35. Pantalla de introducción del aislante en las cajas de persiana

Imagen 6.36. Calificación energética con el segundo paquete de medidas de mejora

Imagen 6.37. Pantalla introducción de los datos económicos

Imagen 6.38. Pantalla introducción de los costes de inversión y de la vida útil de las medidas

Imagen 6.39. Pantalla de los resultados del análisis económico

Imagen 6.40. Primera página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.41. Segunda página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.42. Tercera página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.43. Cuarta página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.44. Quinta página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.45. Sexta página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

Imagen 6.46. Séptima página del certificado de eficiencia energética del edificio estudiado

ANEXO B: TABLAS

Tabla 3.1. Generación eléctrica España 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.2. Generación eléctrica Alemania 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.3. Generación eléctrica UK 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.4. Generación eléctrica Francia 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.5. Generación eléctrica Italia 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.6. Generación eléctrica Portugal 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.7. Generación eléctrica Europa 2016. Elaboración propia. Fuente: AIE

Tabla 3.8. Resumen porcentajes producción de electricidad de los países estudiados. Elaboración propia. Fuente AIE

Tabla 4.1. Fuentes de energía

Tabla 4.2. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Noruega en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial

Tabla 4.3. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Suecia en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial

Tabla 4.4. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Dinamarca en el año 2010 mediante el método de sustitución parcial

Tabla 4.5. Cálculo del PEF de Noruega, Suecia y Dinamarca del año 2010 mediante el método de sustitución parcial

Tabla 4.6. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Noruega en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física

Tabla 4.7. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Suecia en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física

Tabla 4.8. Cálculo del consumo de energía primaria en la generación de electricidad en Dinamarca en el año 2010 mediante el método de contenido de energía física

Tabla 4.9. Cálculo del PEF de Noruega, Suecia y Dinamarca del año 2010 mediante el método de contenido de energía física

Tabla 4.10. Factores de conversión de energía final de consumo a energía primaria en España

Tabla 4.11. Factores de emisión de CO2 en España

Tabla 4.12. Resumen factores de paso en España

Tabla 4.13. Factores de paso para distintos tipos de energía final en España

Tabla 5.1. Valor base y factor de corrección por superficie de consumo energético

Tabla 5.2. Valor base y factor de corrección de la demanda energética de calefacción

Tabla 5.3. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Tabla 5.4 valor de transmitancia térmica (W/m² K) límite de particiones interiores, cuando delimitan unidades de distinto uso, zonas comunes y medianerías

Tabla 5.5 Valor de transmitancia (W/m² K) térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso

Tabla 5.6. Calificación de eficiencia energética para edificios residenciales

Tabla 5.7. Calificación de eficiencia energética para edificios no residenciales

Tabla 5.8. Valores C1 para determinar escala calificación energética

Tabla 5.9. Valores C2 para determinar escala calificación energética

Tabla 5.10. Resumen procedimiento utilizado en España

Tabla 5.11. Transmitancias térmicas máximas para edificios de nueva construcción

Tabla 5.12. Transmitancias térmicas máximas para edificios existentes

Tabla 5.13. Valores de la calificación energética de edificios de vivienda

Tabla 5.14. Metodología certificación energética utilizada en Francia

Tabla 5.15. Métodos de certificación energética en Portugal

Tabla 5.16. Valores de transmitancias térmicas mínimas para renovaciones en edificios

Tabla 6.1. Datos generales del edificio

Tabla 6.2. Características de los cerramientos en las fachadas

Tabla 6.3. Características de los materiales que componen los muros exteriores

Tabla 6.4. Características huecos del edificio

Tabla 6.5. Propiedades térmicas estimadas de los huecos

Tabla 6.6. Puentes térmicos en las distintas fachadas

Tabla 6.7. Descripción de las sombras sobre el edificio

Tabla 6.8. Datos para el cálculo de α y β

Tabla 6.9. Coste, vida útil y coste del mantenimiento de las mejoras introducidas