

BUILDING ENERGY LABELLING IN SPAIN (CALENER): TECHNICAL BASIS

Ramón Velázquez Vila - rvv@tmt.us.es

Juan F. Coronel Toro - jfc@tmt.us.es

Luis Pérez-Lombard - lpl@tmt.us.es

Rocío González Falcón - rgf@tmt.us.es

Grupo de Termotecnia, Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, Camino de los Descubrimientos, s/n. E-41092 Sevilla SPAIN

Abstract. *The European Community SAVE Directive 76/93, makes mandatory, among other things, for member states to implement an action called Energy Labelling of buildings. This labelling should consist of a description of the energy characteristics and some information about energy efficiency; and is aimed at reducing CO2 emission by means of a parallel reduction in energy consumption. The European Union allows each country to adopt the most suitable methodology according to weather and building industry characteristics and socio-economic context. The Ministries of Public Works and Industry, the latter through the Spanish National Energy Agency (IDAE) are responsible for carrying out the Directive implementation. The work has been developed in two phases, the first being Energy labelling in Officially Protected Dwellings (CEV). "CALENER" program is the second phase and it includes all kind of buildings.*

Keywords. *Energy labelling, Building Simulation, Efficiency Standards, Buildings Energy regulations.*

1. INTRODUCCIÓN

Los principales objetivos de la Directiva 76/93 de la Comunidad Europea son preservar el medio ambiente, asegurar un uso prudente y racional de los recursos naturales y limitar las emisiones de dióxido de carbono. En respuesta a esta Directiva el Gobierno Español, a través del Ministerio de Fomento ha tomado la decisión de implementar la Calificación Energética de Edificios. Este trabajo se ha desarrollado en dos fases, en primer lugar mediante un programa de calificación energética de viviendas asimilables a viviendas de protección oficial (CEV) y en segundo lugar con el desarrollo del programa CALENER, que extiende la Calificación Energética a todo tipo de edificios.

En enero de 2003 entró en vigor la nueva Directiva relativa al rendimiento energético de los edificios. Según esta Directiva los Estados miembros deberán desarrollar metodologías de cálculo de la eficiencia energética de los edificios que integren al menos el clima, las características térmicas del edificio y las instalaciones de calefacción, agua caliente sanitaria y aire acondicionado. Antes del 4 de enero de 2006 deberán entrar en vigor las nuevas disposiciones legales y deberán fijarse los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios para dar cumplimiento a lo establecido en la nueva Directiva.

CALENER es una herramienta de evaluación del comportamiento energético de los edificios desarrollada en España que coincide prácticamente con el marco general definido por la nueva Directiva para desarrollar la metodología de cálculo de la eficiencia energética de edificios. CALENER permite obtener diferentes indicadores numéricos de la eficiencia energética de un edificio, teniendo en cuenta la epidermis y la orientación del edificio, las características de los sistemas, y otros factores considerados en la nueva Directiva.

2. OBJETIVOS DE LA DIRECTIVA 76/93

El objetivo primario de la Directiva 76/93 es la reducción de las emisiones de Dióxido de Carbono, a través de una mejora de la eficiencia energética. Como consecuencia, se crea un marco para la obtención de ahorros energéticos en la totalidad del campo edificatorio. Los objetivos secundarios que se destacan en la Directiva son: la mejora de la transparencia del mercado inmobiliario y el fomento de las inversiones en ahorro de energía. Debido a ello será necesario adoptar medidas de política energética consistentes y que aporten información clara, concreta, concisa y plenamente inteligible al ciudadano no cualificado técnicamente. De acuerdo con la Directiva la Calificación Energética debe abarcar tres aspectos fundamentales:

- Una descripción de las características energéticas de los edificios.
- Información sobre la eficiencia energética de los inmuebles
- Opcionalmente la Calificación Energética puede incluir una serie de recomendaciones para la mejora energética del edificio.

La Directiva establece algunas líneas generales y cada Estado Miembro debe adoptarla estableciendo sus propias medidas. En otras palabras, la Directiva dice “qué hacer” pero deja libertad sobre “cómo hacer”.

3. LA RESPUESTA ESPAÑOLA: “CALENER”

Para cumplir con la Directiva el Gobierno español, junto con el Grupo de Termotecnia del Departamento de Ingeniería Energética de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, a través de AICIA (Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía), ha desarrollado una herramienta para la Calificación Energética de todo tipo de edificios llamada CALENER, iniciales de “CALificación ENERgética”. Calener puede realizar el cálculo integral de la eficiencia energética de un edificio y cumple por completo todos los requerimientos de la Directiva debido a que:

- Contribuirá a reducir las emisiones de CO₂ debido a que establece unos “niveles de referencia”.
- Facilitará la transparencia del mercado inmobiliario puesto que el usuario final recibirá un índice sencillo expresando el “porcentaje de reducción de emisiones”.
- Proporciona un informe en el que se describen las características energéticas del edificio.
- Ofrece diversos resultados y permite la implementación de medidas de ahorro de energía a través de la “Herramienta de resultados”.

4. COMPONENTES PRINCIPALES DE CALENER

CALENER es un entorno de aplicaciones y documentos informáticos destinado a la Calificación Energética de edificios. Una descripción de las principales herramientas que componen dicho entorno se esquematiza en la Fig. 1.

4.1 Interfaz Windows para introducción/modificación de datos

El objetivo principal de esta herramienta es facilitar al usuario la introducción de los datos para la descripción del edificio y sus instalaciones, contando para ello con un elaborado sistema de valores por defecto. Esta aplicación incluye además una herramienta de modificaciones orientada a la rápida modificación de los datos de un proyecto que ya ha sido introducido y sobre el cual se quieren realizar variantes. Esta herramienta de modificaciones muestra un subconjunto de los datos de entrada, aquellos que habitualmente el usuario debe modificar para realizar mejoras en la calificación energética de su edificio.

4.2 Librería o base de datos

Está constituida por un conjunto de objetos previamente cargados que facilitan al usuario la introducción de aquellos componentes repetitivos que aparecen en todos los proyectos. Entre ellos podemos destacar: materiales, composición de cerramientos, acristalamientos, ficheros meteorológicos, etc. Esta base de datos es accesible desde la interfaz Windows.

4.3 Ayuda en formato electrónico

El programa cuenta con un sistema de ayuda en el cual se incluye toda la documentación. Este sistema además de contar con diversos documentos en formato PDF, contiene una conexión directa con la interfaz Windows, de forma que cuando utilizando el programa el usuario solicita ayuda sobre una propiedad o un tema en concreto el sistema de ayuda le muestra toda la información relativa encontrada.

4.4 Motor de cálculo

El motor de cálculo realiza las operaciones de simulación necesarias para la obtención de las emisiones de CO₂ asociadas a los distintos consumos finales de energía presentes en el edificio. Se ha adoptado el uso de un motor de amplia reputación y plenamente validado como es DOE-2.2

4.5 Herramienta administrativa

Una vez obtenida la calificación energética de un proyecto, el usuario puede solicitar el documento administrativo acreditativo de dicha calificación, que no es más que un informe (formato PDF) generado automáticamente por la interfaz Windows en el cual se recoge la calificación del proyecto y los datos de entrada más relevantes en función de los cuales se ha obtenido dicha calificación.

4.6 Herramienta de resultados y análisis económico

Es una aplicación independiente que tiene como objetivo la visualización de los principales resultados del proyecto. Estos datos pueden visualizarse de forma individual (proyecto a proyecto), permitiéndose también la comparación entre distintos proyectos. Una vez examinados estos resultados el usuario puede volver a la interfaz de introducción de datos de CALENER y realizar una modificación a su proyecto en función de los resultados. Esta aplicación incluye una herramienta para valorar la viabilidad económica de estas modificaciones.

4. Simulación horaria del edificio de referencia para obtener el consumo.
5. Cálculo de las emisiones asociadas al edificio de referencia.
6. Finalmente la Calificación Energética se obtiene mediante la comparación entre las emisiones del edificio objeto y las del edificio de referencia.

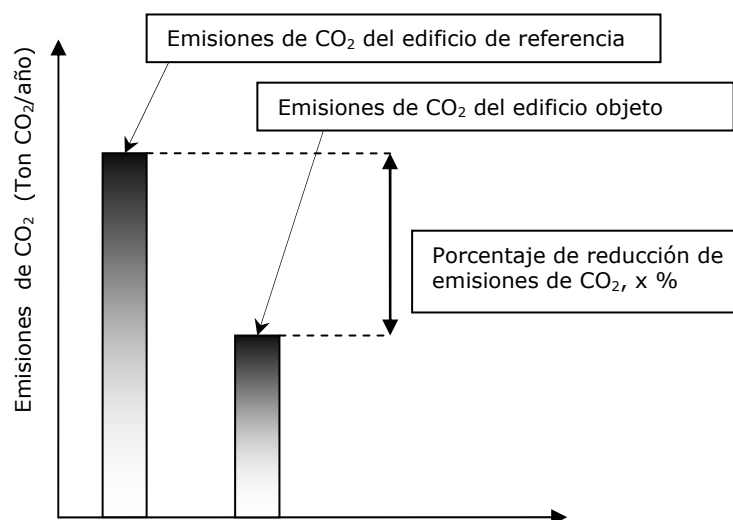


Figura 2 – Proceso de Calificación Energética de edificios en CALENER

En resumen, la calificación en CALENER se define como *“el porcentaje de reducción de las emisiones de CO₂ del edificio objeto cuando este se compara con las emisiones de CO₂ de un edificio de referencia”*. Así, un edificio con una calificación de 0%, tendrá las mismas emisiones que el edificio de referencia, un edificio de calificación 50% emitirá la mitad del anhídrido carbónico que el de referencia, y un edificio de calificación 100% no emitirá CO₂ (autogeneración fotovoltaica, por ejemplo).

Si la calificación de un edificio es negativa esto significa que la cantidad de CO₂ emitida por el edificio objeto es mayor que la emitida por el edificio de referencia, y que, por tanto, el edificio no es calificado.

6. EMISIONES DE REFERENCIA

La clave para la Calificación Energética está en cómo se definen los niveles de referencia que permiten evaluar la calidad de un proyecto particular en términos de energía. A continuación se describirá cómo CALENER resuelve este problema. Las emisiones de CO₂ del edificio de referencia se obtienen independientemente para cada uno de los usos finales de energía: iluminación, agua caliente sanitaria, refrigeración y calefacción.

6.1 Emisiones de referencia debidas al consumo de iluminación

Las emisiones de CO₂ debidas al consumo de iluminación se consideran únicamente para edificios no-residenciales, ya que, en el caso de los edificios residenciales los datos necesarios para introducir un sistema de iluminación (tipos de luminarias, lámparas, etc.) son normalmente desconocidos por el usuario. Para establecer el sistema de iluminación del edificio de referencia se procederá de la siguiente forma:

- Se establecerá el mismo horario de variación de la iluminación que en el edificio objeto, es decir, el periodo de funcionamiento de la iluminación para cada espacio será el mismo en el edificio objeto y en el de referencia.
- Tendrá el mismo nivel lumínico (lux) que el edificio objeto.

- No tendrá control automático de la iluminación artificial en función de la natural.
- Tendrá una potencia instalada de iluminación, P_{lum}^{ref} (W/m^2), que se calculará considerando el nivel lumínico requerido (lux) y un valor fijo del índice de eficiencia energética, EEI^{ref} ($W/m^2 \cdot 100 \text{ lux}$).

$$P_{lum}^{ref} [W/m^2] = P_{lum}^{obj} \cdot \frac{EEI^{ref}}{EEI^{obj}} \quad (1)$$

El consumo total de iluminación en el edificio de referencia se multiplica por el coeficiente de paso de la energía eléctrica a emisiones, c_{co2} [$kg \text{ CO}_2/kWh$], para obtener las emisiones de referencia debidas al consumo de iluminación:

$$E_{lum}^{ref} [kg \text{ CO}_2] = C_{lum}^{ref} [kWh] \cdot c_{co2} [kg \text{ CO}_2 / kWh] \quad (2)$$

6.2 Emisiones de referencia debidas al consumo de A.C.S.

En este caso el edificio de referencia:

- Tendrá la misma demanda de agua caliente sanitaria que el edificio objeto.
- La demanda se dividirá por el rendimiento medio estacional de referencia (η_{DHW}^{ref}) para calcular su consumo.

$$C_{ACS}^{ref} [kWh] = \frac{D_{ACS}^{obj}}{\eta_{ACS}^{ref}} \quad (3)$$

El consumo total de A.C.S. en el edificio de referencia se multiplica por el coeficiente de paso del tipo de energía consumida a emisiones, c_{co2} [$kg \text{ CO}_2/kWh$], para obtener las emisiones de referencia debidas al consumo agua caliente sanitaria:

$$E_{ACS}^{ref} [kg \text{ CO}_2] = C_{ACS}^{ref} [kWh] \cdot c_{co2} \quad (4)$$

6.3 Emisiones de referencia debidas al consumo de refrigeración y calefacción

Las emisiones asociadas al consumo de refrigeración y calefacción del edificio van a depender tanto de la epidermis como de los sistemas de refrigeración y calefacción del mismo. Por ello, éstos deberán ser los aspectos a modificar del edificio objeto para generar el de referencia, que se constituirá de la forma siguiente:

- Emplazado en la misma localidad y con idéntica geometría, sombras exteriores, zonificación y características ocupacionales y funcionales que el edificio objeto.
- La calidad constructiva de los elementos de la epidermis (cerramientos exteriores verticales, cerramientos exteriores no verticales, ventanas, cerramientos en contacto con el terreno, etc.) se sustituyen por unos valores medios representativos que variarán en función de la zona climática donde el usuario haya definido el edificio objeto.
- Las demandas de refrigeración y de calefacción del edificio de referencia se calculan considerando el mismo periodo de operación y las mismas temperaturas de consigna definidas en el edificio de referencia.
- Las demandas se dividirán por el rendimiento medio estacional de referencia ($\eta_{calef,refr}^{ref}$) para calcular el consumo de energía.

$$C_{calef,ref}^{ref} [kWh] = \frac{D_{calef,ref}^{ref}}{\eta_{calef,ref}^{ref}} \quad (5)$$

El consumo total de refrigeración y calefacción en el edificio de referencia se multiplica por el coeficiente de paso del tipo de energía consumida a emisiones, c_{CO_2} [kg CO₂/kWh], para obtener las emisiones de referencia debidas al consumo de refrigeración y calefacción:

$$E_{calef,ref}^{ref} [kg CO_2] = C_{calef,ref}^{ref} [kWh] \cdot c_{CO_2} \quad (6)$$

7. CONCLUSIONES

La Calificación Energética de edificios es un procedimiento apropiado para la evaluación del comportamiento energético y cumple con la mayoría de los requerimientos de la Directiva SAVE 76/93. Bajo el nombre de "Calificación" aparece un concepto interesante que podría representar la eficiencia energética de edificios y sistemas. Esta "Calificación" es fácilmente entendible por ciudadanos no cualificados y puede convertirse en un nuevo indicador o referencia a considerar dentro del mercado inmobiliario.

La experiencia española ha demostrado la necesidad de dos elementos básicos:

- Un *método de cálculo* (horario o no) para obtener el consumo energético con un grado aceptable de fiabilidad y sencillez. Se trata de un problema difícil de resolver, de hecho existen muy pocos métodos validados con el alcance necesario (abarcando todo tipo de sistemas y edificios), y que no requieran una entrada de datos excesivamente compleja. Europa debe trabajar para fijar el alcance y el grado de sencillez que deberán poseer este tipo de herramientas para cumplir la nueva Directiva de Eficiencia Energética. De otra forma no se podrá conseguir con éxito una adaptación de la nueva Directiva, ya que cada país tomará sus propias decisiones al respecto, pudiendo generarse discrepancias entre Estados miembros. La Comisión Europea debería encargarse de coordinar la elaboración de una "Herramienta de Simulación de Edificios Europea".
- El edificio de referencia, o en su caso los niveles de referencia, definen el patrón que sirve para medir la "calidad energética". La obtención de los valores de referencia es un problema complejo que puede adoptar diferentes soluciones en cada país. Si el edificio de referencia se constituye a partir del edificio objeto, el grado de similitud entre ellos será una decisión que tendrá implicaciones sociales, tecnológicas y políticas, y, por consiguiente, debería definirse mediante consenso entre los diferentes actores del sector (Agencias de la Energía, Centros de Investigación, fabricantes, estamentos Públicos, asociaciones de profesionales, etc.). La Unión Europea debería desarrollar una Normativa Global para la Energética Edificatoria, al estilo de la Norma ASHRAE 90 (Energy Standard for Buildings).

Por último, se debe recordar que la Calificación Energética puede expresarse en términos de emisiones de CO₂ (opción española), de consumo de energía primaria, de consumo de energía final, o alguna combinación de los anteriores. En el primer caso, se consigue una calificación medioambiental con efectos a nivel planetario. El consumo de energía primaria, responde a unos intereses de política energética y de servicios, mientras que la calificación en términos de energía final afecta en primera instancia a la economía doméstica del ciudadano. La postura de la Unión Europea a este respecto es la de reducir las emisiones de CO₂, como queda expresado claramente en el Protocolo de Kyoto.

REFERENCIAS

ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999 (1999). *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*, ASHRAE STANDARD, U.S.A.

CALENER (2002). *CALENER – Calificación Energética de Edificios – Manual General*, I.D.A.E. / Ministerio de Fomento, España

CALIFORNIA TITLE 24 (1999). *Energy Efficiency Standards for residential and non-residential Buildings*, CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, U.S.A.

DOE-2.2. *Building Energy Use and Cost Analysis Program – Volume 1: Basics, Volume 2: Dictionary and Volume 3: Topics* LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, JAMES J. HIRSCH & ASSOCIATES.