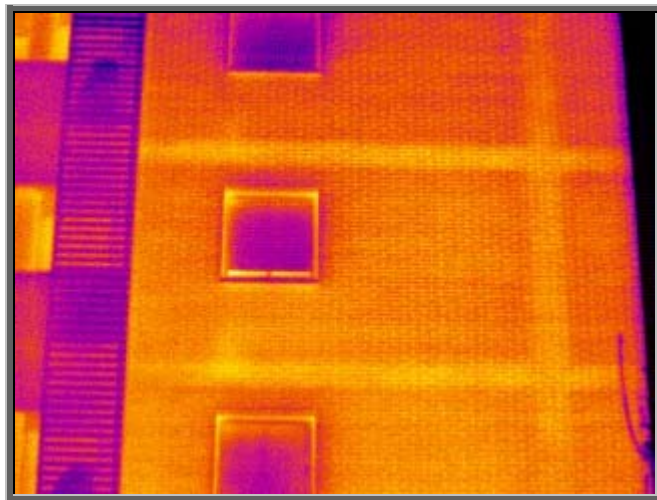


# **CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

## **Sector Residencial**

### **- INFORMACIÓN GENERAL -**



Enero de 2002

# ÍNDICE

<b>1. LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS</b>	<b>4</b>
<b>2. EL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>5</b>
2.1. PROCEDIMIENTO DE CONCESIÓN DEL CERTIFICADO A EDIFICIOS DE VIVIENDAS EN PROYECTO	7
2.1.1. CERTIFICADO PROVISIONAL	7
2.1.2. SEGUIMIENTO DEL PROYECTO. VISITA A OBRA	8
2.1.3. CERTIFICADO DEFINITIVO	8
2.2. PROCEDIMIENTO DE CONCESIÓN DEL CERTIFICADO A EDIFICIOS DE VIVIENDAS YA CONSTRUIDOS	11
<b>3. DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA LA CONCESIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>12</b>
3.1. EDIFICIO	12
3.2. CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA	13
<b>4. REQUISITO BÁSICO PARA LA OBTENCIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>14</b>
4.1. CUMPLIMIENTO Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	14
4.2. CONSUMO ANUAL DE CALEFACCIÓN CV DE LAS VIVIENDAS	15
<b>5. PROCEDIMIENTO PARA LA CONCESIÓN DEFINITIVA DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL</b>	<b>17</b>
5.1. OBJETIVOS	17
5.2. METODOLOGÍA	17

<b><u>6. EL MODELO MATEMÁTICO Y EL PROGRAMA INFORMÁTICO P.E.E.V. (VERSIÓN 4.0 2001)</u></b>	<b>19</b>
<b>6.1. OBJETIVO DEL PROGRAMA Y CAMPO DE APLICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>6.2. CÓMO MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO</b>	<b>21</b>
<b>6.3. ESTRUCTURA GENERAL DEL PROGRAMA P.E.E.V (VERSIÓN 4.0 2001)</b>	<b>22</b>
<b>6.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO DE CARGAS Y CONSUMOS</b>	<b>24</b>
<b>6.5. EL PROGRAMA DE CÁLCULO DE SOMBRAS</b>	<b>25</b>
<b><u>ANEXO 1: MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DEL SECTOR RESIDENCIAL</u></b>	<b>1</b>

## 1. LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

Es un proyecto realizado con el objetivo de promover el ahorro y la eficiencia energética en el sector de la construcción.

Consta de una serie de procedimientos cuyo fin es garantizar a los usuarios finales del edificio una calidad notable, desde el punto de vista energético, en la construcción de los edificios. Supone, por tanto, un aval de la calidad energética del edificio.

Las causas que originaron el proyecto son:

- La percepción de que la factura energética en el sector residencial es claramente mejorable, debido entre otros aspectos, a una normativa insuficiente, a menudo mal cumplida desde la fase de proyecto y frecuentemente sin control adecuado en obra.
- El elevado ahorro energético que es posible conseguir en el funcionamiento de los edificios no residenciales con un diseño más eficaz de sus sistemas de iluminación y acondicionamiento térmico.
- La excesiva frecuencia de aparición de patologías que guardan estrecha relación con aspectos térmicos como, por ejemplo, las humedades llamadas de condensación.

Dado que el análisis energético de los edificios de viviendas es bastante diferente del de los edificios no residenciales ha sido necesario establecer dos procedimientos diferenciados de certificación. Ambos se denominan **Certificado de Eficiencia Energética de Edificios**, pero uno corresponde al **Sector Residencial** y otro al **Sector Servicios**. A continuación se realiza una descripción sencilla del procedimiento de *Certificación de Eficiencia Energética de Edificios en el Sector Residencial*.

## 2. EL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL

---

El propósito de esta certificación es reconocer aquellos edificios de viviendas que se destacan por un especial tratamiento de los temas relacionados con el consumo energético. El CADEM, como sociedad que forma parte del Grupo EVE (Ente Vasco de la Energía), funciona como entidad imparcial.

Podrá solicitar el certificado todo promotor, técnico, etc, que desee ver reconocido su esfuerzo en el campo de la eficiencia energética y ahorro de energía y disponer de esta forma de un argumento de promoción.

La certificación valora la eficiencia térmica de los edificios de viviendas en dos vertientes: calefacción y producción de agua caliente sanitaria. Para ello se tiene en cuenta:

- El grado de aislamiento de la envolvente del edificio.
- El aporte térmico de las ganancias solares, tanto en calefacción como en producción de agua caliente sanitaria.
- Las infiltraciones de aire.
- Las instalaciones de producción de energía.
- Los sistemas de control asociados.

Para ello se utilizan las siguientes herramientas:

- Un modelo matemático, implementado en un programa de ordenador, que realiza los cálculos para la evaluación energética de los edificios.
- Termografía infrarroja, que permite obtener imágenes termográficas de la envolvente del edificio.

- Termoflujometría, que sirve para determinar el flujo de calor que realmente pasa a través de un cerramiento, y de esta manera poder determinar experimentalmente el k del cerramiento.
- Presurización mediante puerta-ventilador, con la que se puede estimar el nivel de ventilación de una vivienda.
- Inspección técnica de instalaciones térmicas.

Existen dos modos de concesión del Certificado de Eficiencia Energética de Edificios:

1. **Concesión a edificios en proyecto** (ver apartado 2.1).
2. **Concesión a edificios ya construidos** (ver apartado 2.2).

La condición para la concesión en ambos casos es la misma. La calificación se establece en función del coeficiente de consumo de energía en calefacción y agua caliente sanitaria, comparando el edificio en estudio con otro de referencia. Las características del edificio de referencia se dan en el apartado 6.1.

Por supuesto, para la concesión del certificado, será condición imprescindible que el ahorro relativo alcanzado, no se haga a costa de no garantizar unas adecuadas condiciones de confort en el interior de las viviendas. Estas condiciones vendrán determinadas, entre otros parámetros, por la temperatura y el número de renovaciones/hora de aire medios, que primeramente serán estimados (en proyecto) y después medidos en el edificio ya construido.

## **2.1. Procedimiento de concesión del certificado a edificios de viviendas en proyecto**

### ***2.1.1. Certificado Provisional***

Con el objeto de que pueda utilizarse el certificado como argumento de venta existe la posibilidad de conceder de forma provisional el certificado a edificios en fase de proyecto. A tal fin, se ha diseñado un cartel anunciador para ser colocado en la obra. En el cartel se reconoce la eficiencia energética del proyecto.

Para conceder el certificado de forma provisional es necesario presentar la documentación del proyecto que se especifica en el apartado 3. En base a ella, se realiza una simulación por ordenador, mediante el programa informático P.E.E.V. (versión 4.0 2001), del comportamiento térmico del edificio.

Si como conclusión del análisis, se establece que el edificio cumple las condiciones de ahorro exigidas respecto al edificio de referencia y se garantizan las condiciones de confort, se concede el Certificado Provisional. Ello no implica la futura concesión definitiva, sino que ésta vendrá establecida en función de los resultados de las pruebas in situ a realizar en el edificio concluido.

En el Informe Técnico Provisional se presentarán medidas de eficiencia energética, con el objetivo de disminuir el consumo energético del edificio. Dichas medidas pueden afectar tanto a la envolvente del edificio (soluciones constructivas, materiales empleados, etc) como a los sistemas de producción de calor.

En el caso de que no se cumplan las condiciones de ahorro exigidas, se presentarán las recomendaciones oportunas para que el edificio cumpla con dichas condiciones.

Se entregarán al cliente el Informe Técnico Provisional y el Diploma Provisional, así como las características del cartel de promoción que se deberá colocar en la obra.

### **2.1.2. Seguimiento del proyecto. Visita a obra**

Los edificios que hayan obtenido el Certificado Provisional serán objeto de una o varias visitas durante el proceso de su construcción.

Básicamente, el propósito de éstas será el observar el montaje del material aislante en la envolvente del edificio. No obstante, en ella se hará una inspección visual de la puesta en obra de los sistemas directa o indirectamente relacionados con el consumo energético (calefacción, ventilación, etc.).

En cualquier caso, el CADEM no actuará como una dirección de obra, ya que ésta es competencia de la dirección facultativa. Únicamente llamará la atención sobre las posibles deficiencias que se observen, siendo responsabilidad del cliente el tomar medidas al respecto.

### **2.1.3. Certificado Definitivo**

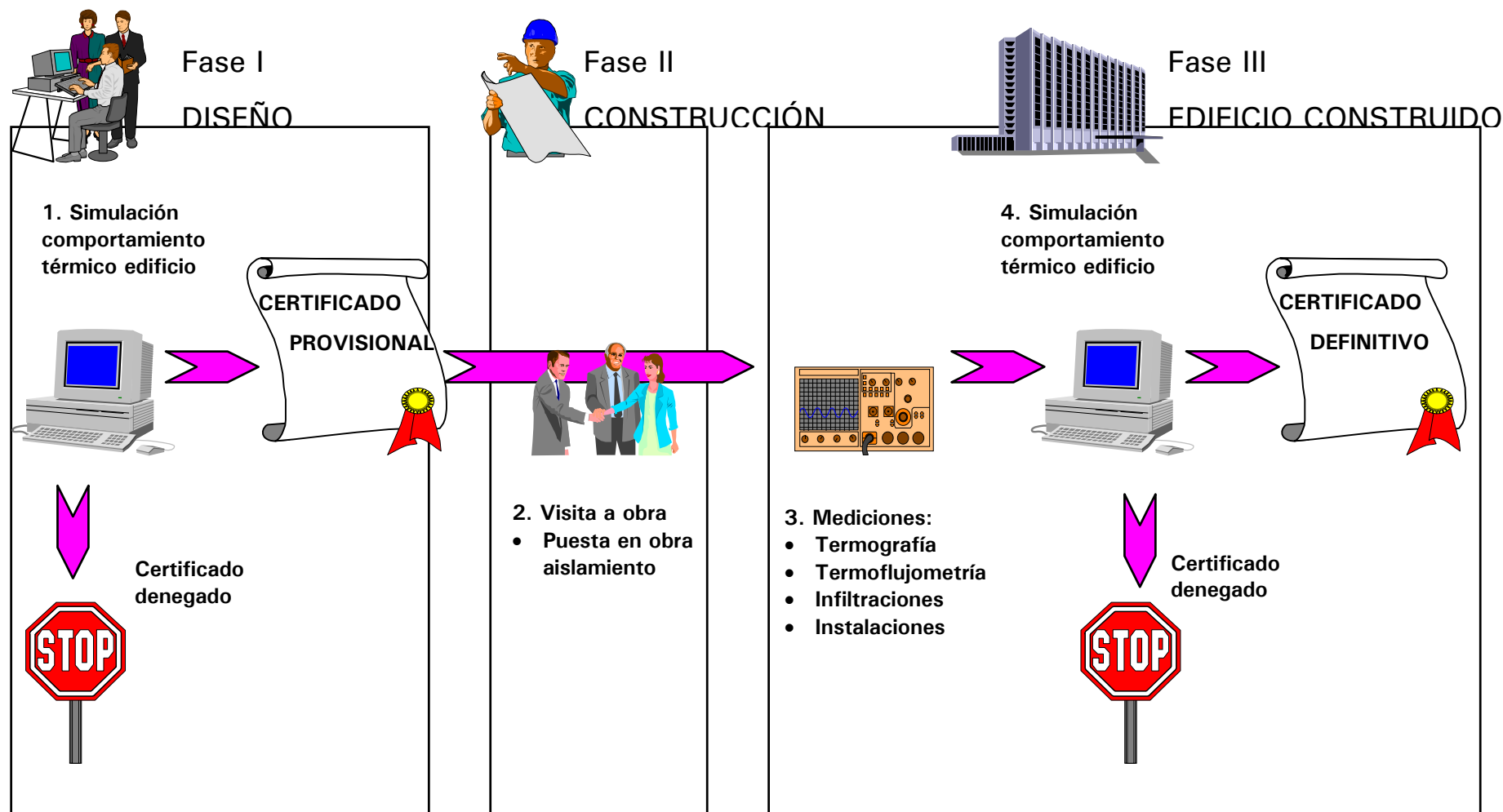
Finalmente, y cuando el edificio esté terminado (y a poder ser sin ocupar), se hará un completo procedimiento de mediciones para la concesión definitiva del certificado, descrita en el apartado 4.

En base a toda la información recogida se elaborará el Informe Técnico Definitivo. En éste, mucho más completo que el provisional, se analiza el comportamiento real del edificio y se compara con el determinado teóricamente, mediante el programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001). Si dicho comportamiento resulta satisfactorio y se aseguran las especificaciones de proyecto, el informe será positivo e implicará la concesión del Certificado Definitivo.

Se entregarán al cliente el Informe Técnico Definitivo, el Diploma Definitivo y la placa acreditativa a colocar en la fachada del edificio.

En el siguiente cuadro se muestra gráficamente el procedimiento de concesión del certificado a edificios en proyecto.

## Procedimiento de concesión a edificios en proyecto



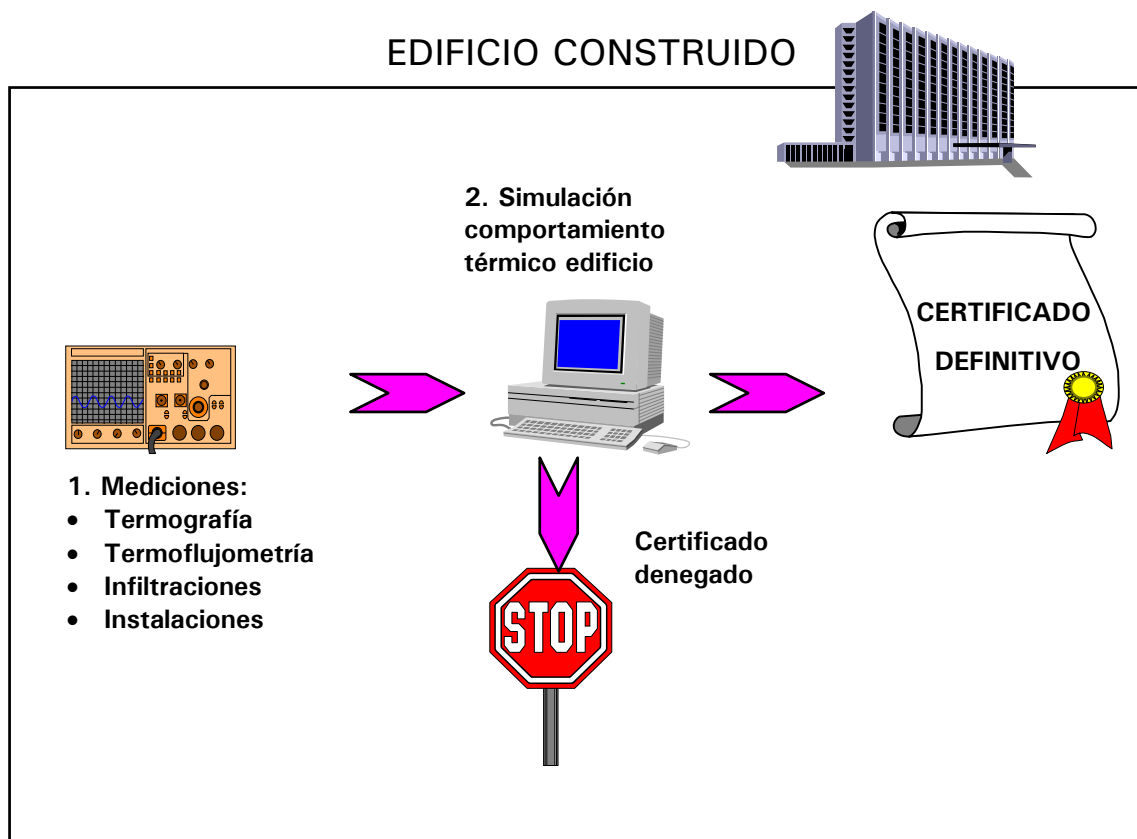
## 2.2. Procedimiento de concesión del certificado a edificios de viviendas ya construidos

Si se desea obtener el certificado para un edificio ya construido, es necesario presentar la documentación del proyecto que se especifica en el apartado 3.

En base a ella y a los resultados de las mediciones especificadas en el apartado 5 se realiza una simulación por ordenador, mediante el programa P.E.E.V. (versión 4.0 2001), del comportamiento térmico del edificio. Si se estima que el edificio cumple las condiciones de ahorro respecto al edificio de referencia exigidas y se garantizan las condiciones de confort se concede el Certificado Definitivo.

Se entregarán al cliente el Informe Técnico Definitivo, el Diploma Definitivo y la placa acreditativa a colocar en la fachada del edificio.

### ***Procedimiento de concesión a edificios ya construidos***



### **3. DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA LA CONCESIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

---

#### **3.1. Edificio**

- Descripción del edificio y tipología.
- Plano de situación y orientación. Descripción del entorno.
- Planos de distribución en planta.
- Planos de alzado de todas las fachadas del edificio.
- Planos de sección (longitudinal y/o transversal).
- Planos de detalles constructivos:
  - descripción de los diferentes tipos de cerramientos.
  - tratamiento de los puentes térmicos: pilares, frentes de forjado, vigas, cajas de persiana, etc.
- Memoria de carpintería exterior:
  - localización de huecos y cajas de persiana.
  - descripción de la perfilería y del acristalamiento.
  - descripción de las cajas de persiana.

### **3.2. Calefacción y agua caliente sanitaria**

Se presentará una copia del proyecto correspondiente, o en su defecto una descripción general del sistema de producción y distribución de calefacción y agua caliente sanitaria, que incluya básicamente los siguientes puntos:

- Tipo de sistema.
- Combustible utilizado.
- Características del generador de calor utilizado.
- Características del sistema de regulación en producción y en puntos de consumo.
- Características del sistema de distribución.

Cualquier modificación del proyecto que se realice durante la ejecución del mismo deberá ser notificada a CADEM para proceder a su modificación en el análisis energético.

## 4. REQUISITO BÁSICO PARA LA OBTENCIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL

---

### 4.1. Cumplimiento y calificación energética

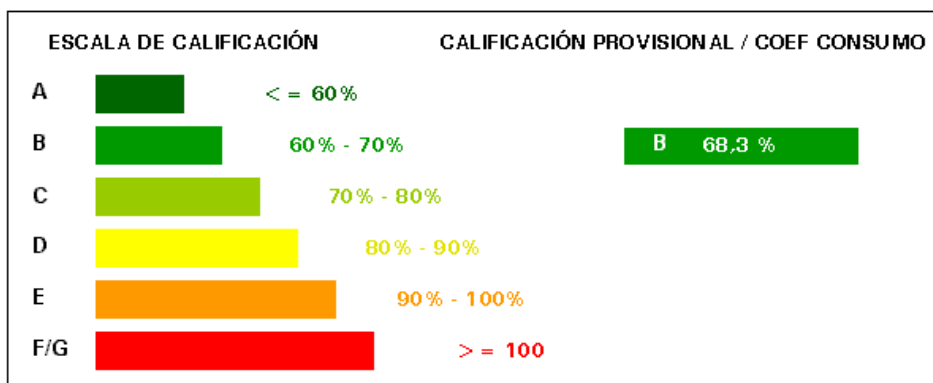
Para obtener el Certificado de Eficiencia Energética de Edificios en el Sector Residencial, el edificio en estudio debe satisfacer las siguientes condiciones:

1. Cumplir con la normativa NBE-CT-79.
2. El edificio en estudio debe presentar un consumo anual de energía primaria (calefacción y agua caliente sanitaria) inferior en un 20 % como mínimo al edificio de referencia. Ver apartado 6.1.

Se establece la siguiente escala de calificación, en función del coeficiente de consumo del edificio:

<b><u>CALIFICACIÓN</u></b>	<b><u>COEFICIENTE DE CONSUMO</u></b>
A	$I < 60 \%$
B	$60 \% < I < 70 \%$
C	$70 \% < I < 80 \%$
D	$80 \% < I < 90 \%$
E	$90 \% < I < 100 \%$
F/G	$100 \% < I$

Donde I es el coeficiente de consumo, resultado de dividir el consumo anual de energía primaria del edificio en estudio entre el consumo anual de energía primaria del edificio de referencia correspondiente.



Por lo tanto la condición indispensable para obtener el Certificado de Eficiencia Energética de Edificios es que el edificio obtenga una calificación A, B ó C. No se concederá el certificado a aquellos edificios cuya calificación sea D o inferior.

La citada comparación se lleva a cabo mediante el programa informático, descrito en el apartado 6, en base a la documentación del proyecto (Certificado Provisional) y en función de los resultados de los servicios de diagnóstico descritos en el apartado 5 (Certificado Definitivo).

## 4.2. Consumo anual de calefacción $C_v$ de las viviendas

Existe una condición adicional que, aunque no es exigible, sí es recomendable que se cumpla. Ésta hace referencia al consumo en calefacción de la vivienda más desfavorable del edificio, que por lo general es una situada en la primera o en la última planta, ya que son éstas las que presentan más superficie de separación con el exterior.

Se establece un consumo máximo por vivienda, expresado en kWh/m<sup>2</sup>año, que se recomienda que la vivienda más desfavorable no sobrepase. Este consumo máximo es función de la zona climática en la que se encuentra la vivienda, y de la superficie calefactada en planta. Mediante la *Ficha Cv* del programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001) se obtiene el consumo en calefacción de la vivienda en estudio, en kWh/m<sup>2</sup>año.

## 5. PROCEDIMIENTO PARA LA CONCESIÓN DEFINITIVA DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL

---

### 5.1. Objetivos

Para conceder de forma definitiva el certificado se procederá a una serie de comprobaciones que tienen por objeto:

1. Comprobar que las pérdidas de calor a través de la envolvente del edificio se ajustan a las especificadas en el proyecto inicial.
2. Asegurar que la estanqueidad al aire del edificio se haya dentro de unos límites admisibles.
3. Evaluar los rendimientos de generación, regulación y distribución de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria, además de comprobar la calidad de su ejecución y estimar la corrección de su dimensionamiento.

### 5.2. Metodología

Para ello, se hará una visita al edificio una vez terminada su construcción, en la que se realizarán las siguientes mediciones:

1. Captación de **termografías con cámara de visión infrarroja** de las diferentes fachadas del edificio. Éstas proporcionan imágenes de la distribución de las temperaturas superficiales que permiten determinar la calidad de la puesta en obra del aislamiento térmico.
2. Medición del coeficiente de transmisión de calor del cerramiento de fachada en uno o varios puntos del edificio. La visita a obra y la termografía previa ayudarán a determinar la localización de los puntos adecuados de medida. Esta medición se realizará mediante la prueba de

**termoflujometría**, consistente en una medición de temperaturas y flujo de calor a través del cerramiento.

3. **Presurización** de una o varias viviendas mediante puerta-ventilador. El objetivo de esta prueba es obtener una medición suficientemente aproximada del área efectiva de rendijas que presenta el edificio, parámetro necesario para estimar la tasa media de infiltraciones de aire exterior.
  
4. Realización de una **inspección técnica** de los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria. El objetivo de este apartado es, por una parte, verificar la calidad de los equipos instalados y, por otra, determinar los rendimientos energéticos aproximados de dichos sistemas.

## **6. EL MODELO MATEMÁTICO Y EL PROGRAMA INFORMÁTICO P.E.E.V. (versión 4.0 2001)**

---

El CADEM ha desarrollado un programa informático capaz de facilitar la introducción de los datos del edificio, de almacenarlos en una base de datos para su uso posterior y de llevar a cabo todos los cálculos necesarios.

El programa también facilita la elaboración de la ficha justificativa del  $K_G$  del edificio, de obligada presentación según la Norma Básica de la Edificación, en su apartado de Condiciones Térmicas (NBE-CT-79).

Además contiene otras herramientas interesantes que pueden ser útiles al arquitecto desde las primeras fases del proceso de diseño, como es el cálculo del coeficiente de pérdidas térmicas de cerramientos y un programa de simulación de sombras sobre fachada.

### **6.1. Objetivo del Programa y campo de aplicación**

El programa informático P.E.E.V. es una herramienta de evaluación energética, para edificios de viviendas, que posee la suficiente flexibilidad como para servir de herramienta desde la fase previa del diseño del edificio. Con él se podrán analizar los efectos energéticos producidos por modificaciones en:

- El factor de forma.
- Soluciones de aislamiento alternativos.
- Áreas de cerramientos, orientaciones, sombras proyectadas y tipo de ventanas utilizadas.
- Estanqueidad al aire de la envolvente del edificio.
- Rendimientos de los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria.

El procedimiento de cálculo utilizado por el programa ha sido desarrollado para edificios cuyas cargas térmicas están "dominadas por la envolvente"; por lo tanto, **el programa es adecuado para edificios de viviendas** tanto unifamiliares como en bloques, del tamaño habitual en el país, no importando su altura. No es adecuado, por contra, para edificios de oficinas ni para edificios comerciales (dominados por fuertes cargas internas), para los cuales existe otro procedimiento de cálculo y certificación específicos.

Puede ser utilizado para cualquier punto de la geografía española. El usuario deberá introducir como dato la zona climática que corresponde según indica la normativa NBE-CT-79.

El Programa P.E.E.V. (Versión 4.0 2001) trata de valorar la eficiencia energética de un edificio de viviendas, en dos de sus vertientes: calefacción y agua caliente sanitaria. Para ello, y una vez definidos adecuadamente todos los factores y elementos de control que intervienen en el consumo del edificio, el programa realizará el cálculo de la energía neta (carga) y el combustible (consumo) necesarios para satisfacer, mes a mes, sus necesidades térmicas.

Asimismo, calculará las mismas variables para un edificio de referencia, cuyas características energéticas serán las mínimas exigidas por la normativa vigente. Además, dicho edificio de referencia tendrá el mismo factor de forma y número de viviendas. El cociente entre el Consumo Total del Edificio en estudio y el Consumo Total del Edificio de Referencia se utilizará como índice indicativo de la calidad energética del edificio en estudio. Cuanto más pequeño sea dicho índice, mejor habrá sido el diseño desde el punto de vista del ahorro de energía.

## 6.2. Cómo mejorar el comportamiento energético del edificio

Hay dos maneras de mejorar el comportamiento energético del edificio (bajando por lo tanto el valor del índice anteriormente definido):

**1. Rebajar las cargas del edificio.** Los métodos para conseguirlo son a grandes rasgos los siguientes:

- Disminuir el coeficiente global de pérdidas. Esto es, incrementar el aislamiento térmico entre el edificio y su entorno, lo cual se consigue aislando los puentes térmicos, aumentando el espesor de los aislamientos en los cerramientos exteriores, y utilizando vidrios dobles y/o carpintería exterior con rotura de puente térmico.
- Hacer uso de la energía del sol, por medio de ventanales o miradores cuya orientación tenga componente sur. Sin embargo, la inclusión de una gran superficie de cristales en una fachada sur puede originar sobrecalentamientos en la época de verano. Por ello se recomienda proveer a estos elementos de algún modo de protección solar (persianas, toldos, aleros).
- Disminuir las infiltraciones de aire. Para ello debe prestarse cuidado a la puesta en obra de los elementos de carpintería exterior. Una excesiva estanqueidad al aire en una vivienda puede fácilmente llevar a problemas de calidad de aire y de humedades. La tasa óptima de infiltraciones para evitar estos problemas sin ocasionar un excesivo gasto energético está comprendida entre 0,4 y 0,6 renovaciones/hora.

**2. Aumentar los rendimientos de los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria.** Para conseguirlo se pueden tomar entre otras, las siguientes medidas:

- Mejorar la calidad, el dimensionamiento y las condiciones de funcionamiento de las calderas (generadores de elevada eficiencia energética, reguladores automáticos de tiro, quemadores modulantes, etc).
- Proporcionar un mayor aislamiento al sistema de distribución (tuberías, hornacinas de radiadores, etc).
- Optimizar los elementos de regulación y control de toda la instalación, tanto en generación como en los puntos de consumos.
- Dotar al edificio de una instalación de colectores solares térmicos, para la producción de agua caliente sanitaria por aprovechamiento de la energía del sol.

### **6.3. Estructura general del Programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001)**

El Programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001) utiliza una estructura de bases de datos para facilitar la definición, modificación y almacenamiento de los datos que describen al edificio.

Existen cuatro bases de datos maestros, de donde se obtendrán los datos para definir el edificio. Estas bases de datos son las de materiales, cerramientos opacos tipo, acristalamientos tipo y carpinterías tipo.

En una promoción compuesta por varios edificios, con el programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001) se puede calcular tanto el coeficiente de consumo de uno solo de los edificios, como de la promoción completa.

La definición completa de una promoción consta de los siguientes pasos:

1. Datos relativos a la situación geográfica de la promoción: latitud, longitud y zonas climática y de radiación según la normativa NBE-CT-79.

2. Datos relativos a cada uno de los edificios que componen la promoción: número de viviendas, personas por vivienda y volumen del edificio.
3. Alternativas distintas de cada uno de los edificios. En cada una de las alternativas se introduce como dato el número de renovaciones/hora que presenta dicha alternativa.
4. Para cada una de las alternativas, un número variable de CERRAMIENTOS OPACOS TIPO, CARPINTERÍAS y ACRISTALAMIENTOS, con su conductividad térmica y superficie correspondiente. Se deben introducir, además, la orientación de las ventanas y las sombras que otros edificios puedan producir, para el cálculo de las ganancias solares en calefacción.
5. Datos relativos al sistema de calefacción, que definen la clase de instalación y los rendimientos de las diversas partes del sistema.
6. Datos relativos al sistema de agua caliente sanitaria, que definen la clase de instalación y los rendimientos de los diversos elementos que componen el sistema. El programa P.E.E.V (Versión 4.0 2001) admite la posibilidad de definir un sistema solar para la producción de agua caliente sanitaria.
7. Datos relativos a la definición de las viviendas más desfavorables del edificio, es decir, aquellas que puedan presentar más pérdidas energéticas, para el cálculo de su ficha Cv.

Cuando se comienza la definición de un nuevo edificio se crea automáticamente una base de datos, en la que se irán guardando todos los registros que definen el edificio.

## **6.4. Descripción del proceso de cálculo de cargas y consumos**

A continuación se reseña el proceso de cálculo de cargas y consumos que el programa lleva a cabo cuando el usuario lo solicita.

1. Se calculan las necesidades netas (cargas) mensuales de calefacción de cada una de las zonas en que se ha dividido el edificio. Para ello realiza, en cada zona y mes: suma de las pérdidas por conducción y por infiltración, cálculo de la energía solar aprovechada por ganancias directas, y finalmente el cálculo de la carga neta.
2. Cálculo de las cargas y aportaciones solares para la producción de agua caliente sanitaria.
3. Cálculo de los consumos (carga/rendimiento total) en calefacción y agua caliente sanitaria del edificio en estudio.
4. Cálculo de las cargas y consumos (carga/rendimiento total) en calefacción y agua caliente sanitaria del edificio de referencia.
5. Se presentará en pantalla la ficha del  $K_G$  del edificio en estudio.
6. Se presentará en pantalla información acerca del tipo de sistemas y de los rendimientos elegidos para el edificio de referencia, así como de los que el usuario ha asignado al edificio en estudio. En esta pantalla se pueden comparar los rendimientos totales de los sistemas del edificio en estudio y de los utilizados como referencia, para decidir qué rendimientos parciales sería conveniente mejorar.
7. Finalmente, se presentará en pantalla un cuadro conteniendo las cargas, las aportaciones solares y los consumos mes a mes del edificio en estudio, y los consumos anuales del edificio de referencia, tanto en calefacción como en agua caliente sanitaria.

En esta pantalla se presentan mes a mes **las cargas, las aportaciones solares y los consumos** de las 2 zonas en que puede dividirse el edificio, tanto para calefacción como para agua caliente sanitaria, y los consumos totales del edificio en estudio. Se presentan además los consumos, tanto en calefacción como en agua caliente sanitaria del edificio de referencia.

Se presentan los siguientes datos:

- Superficie total de la envolvente.
- Volumen calefactado en el edificio.
- Factor de forma del edificio.
- $K_G$  del edificio y  $K_G$  máximo permitido por la normativa.
- Caudal medio de infiltraciones estimado a lo largo de la temporada invernal, en renovaciones/hora.

El resultado final es el coeficiente de consumo, que es el cociente del consumo anual estimado del edificio en estudio entre el del edificio de referencia. Cuanto más bajo sea este cociente, mejor habrá sido el diseño del edificio desde el punto de vista energético.

## **6.5. El programa de cálculo de sombras**

Este programa se ha desarrollado como una herramienta más del Certificado de Eficiencia Energética de Edificios, dentro del cuál se ha integrado. Su objetivo es doble:

1. Por una parte, pretende facilitar, en el proceso de diseño de un edificio, la visualización en cualquier momento del año de la sombra producida en una superficie rectangular vertical (ventana, piso, fachada) por elementos tales como edificios cercanos, aleros, etc.

2. Por otra parte, es capaz de calcular la radiación incidente en una ganancia solar que se encuentra sombreada por obstáculos, a lo largo de los meses que componen el período de cálculo del certificado. De este modo, el cálculo de las necesidades de calefacción del edificio para la concesión del certificado tendrá en cuenta el efecto de dichos obstáculos, que modifican la radiación recibida por la superficie captadora.

José Manuel Borque de Larrea  
Responsable de la Unidad de Terciario

## **Anexo 1: Medidas para la mejora de la eficiencia energética en los edificios del sector residencial**

---

A continuación se indican algunas de las actuaciones que afectan al consumo energético del edificio y que pueden implicar un ahorro apreciable de energía.

### **A. Diseño del edificio y de sus equipos climatizadores**

Muchos aspectos de diseño del proyecto afectan al resultado energético del mismo. Entre ellos:

- El factor de forma del edificio (relación entre la superficie exterior y el volumen calefactado). Cuanto menor sea aquél, mayor será la capacidad del edificio para retener el calor.
- Incorporación de muros ligeros o masivos. A muros más pesados, mayor inercia térmica.
- Color de la fachada.

Por otro lado, es muy importante dimensionar adecuadamente todas las instalaciones implicadas en el consumo energético del edificio, como los equipos de climatización, de iluminación, etc.

### **B. Reducción de las pérdidas de calor a través de la envolvente**

- Mejorando el aislamiento térmico en los muros que limitan el volumen calefactado de la vivienda (incluidos los de la caja de escalera), así como en la cubierta, solera, forjados en contacto con el exterior, etc.
- Incorporando doble acristalamiento, doble ventana o vidrios especiales, como son los de baja emisividad.

- Dotando de aislamiento a los cerramientos de separación entre viviendas.
- Aislando los puentes térmicos en los frentes de forjado, vigas, pilares, cajas de persiana, etc.
- Incluyendo marcos de ventana adecuados, por ejemplo con rotura de puente térmico, y/o persianas que contengan aislamiento por el interior de las lamas.

### **C. Mejora del rendimiento de los sistemas energéticos activos**

- Instalación de calderas de alto rendimiento y/o quemadores modulantes.
- En el caso de instalar calderas individuales, que sean de encendido por ionización, sin llama piloto y modulantes.
- Circuitos de calefacción diferenciados por fachadas.
- Adecuación del escalonamiento de potencia en la caldera.
- Regulación automática del tiro de la caldera.
- Utilización de intercambiador de placas para generar el agua caliente sanitaria.
- Mejora del sistema de regulación incluyendo sondas de control.
- Aislamiento de las tuberías de distribución.
- Incorporación de válvulas termostáticas en los radiadores.
- Dotar a la instalación de contadores individuales de la energía consumida.

- Diseño de circuitos bitubulares en vez de monotubulares.
- Correcto dimensionamiento de los depósitos de acumulación de agua caliente sanitaria.

#### **D. Adecuación de las infiltraciones de aire en el edificio**

Es necesario garantizar un mínimo de renovaciones de aire para mantener la calidad del aire en el interior de la vivienda. Para ello, todos los baños y cocinas dispondrán de conductos de aireación independientes y correctamente dimensionados.

Por otro lado, una excesiva entrada de aire supone incrementar el consumo de energía. Esta circunstancia se puede evitar:

- Sellando las juntas de unión entre la carpintería exterior y la mampostería.
- Incorporando juntas de estanqueidad en los junquillos de las puertas y ventanas que estén en contacto con el exterior.
- Planteando la posibilidad de instalar sistemas de ventilación mecánicos centralizados, que garantizan un nivel de infiltración constante.

#### **E. Racionalización de la ganancia solar**

- Aprovechamiento de la luz y el calor natural procedente del Sol, incorporando miradores o ventanales orientados al sur.
- Por otro lado, hay que evitar el efecto del sobrecalentamiento durante el verano debido a grandes superficies acristaladas orientadas hacia el sur, por ejemplo, proyectando aleros sobre las ventanas, etc.

- Instalando un sistema de producción de agua caliente sanitaria con colectores solares térmicos.