

MEJORA DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN CICLOS FORMATIVOS DE GRADO SUPERIOR MEDIANTE UN NUEVO MATERIAL TIC

SECO-NICOLÁS, Manuel⁽¹⁾; DEL CERRO VELÁZQUEZ, Francisco⁽¹⁾; ALARCÓN GARCÍA, Mariano⁽¹⁾
e-mail primer autor: manuel.seco@um.es

⁽¹⁾Universidad de Murcia, Facultad de Química, Departamento Mixto

RESUMEN

La presente comunicación tiene como finalidad la de dar a conocer algunas aplicaciones propuestas para los nuevos materiales didácticos TIC desarrollados en la Universidad de Murcia, útiles para ampliar el currículo y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de Ciclos Formativos de Grado Superior en las materias relacionadas con la Transmisión del Calor. Concretamente, esta comunicación describe aplicaciones de dichos materiales didácticos para el módulo de Certificación Energética de Edificios I del Ciclo Formativo Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica. Con ello se da cumplimiento a los objetivos didácticos generales que se plantean para esta titulación, relacionados con los fenómenos de transmisión del calor en elementos pasivos mediante el uso del software de simulación PROCCA-09[©][1].

Palabras clave: TIC, Ciclos formativos, Transmisión de calor.

1. Introducción

El programa informático PROCCA-09[®][2,3], desarrollado por investigadores de las Universidades de Murcia y Cartagena, ofrece la posibilidad de trabajar contenidos de nivel propio de titulaciones técnicas de Grado pero adaptados a estudiantes de Ciclos Formativos de Grado Superior [4]. Así como explotar su potencial como herramienta introductoria al conocimiento del fenómeno de la transmisión del calor, un campo que suele resultar de difícil comprensión para algunos alumnos. PROCCA-09[®] actúa como interfaz entre el usuario y el software PSpice[®] [5] que opera en segundo plano como motor de cálculo de las ecuaciones de transmisión del calor. Para mostrar gráficamente los resultados de las simulaciones, PROCCA-09[®] puede utilizar el software PSpice[®] para simular gráficas, o el software MatLab[®] [6] para generar animaciones, según lo necesite el usuario.

Se trata de una herramienta informática eficaz para la docencia ya que, a través de su uso, se desarrollan gráficos, ecuaciones y animaciones sencillas que facilitan la comprensión del fenómeno físico de la transmisión del calor por conducción, convección y radiación, sin necesidad de recurrir a complejas ecuaciones.

Por otra parte, el profesorado necesita dedicar actualmente gran cantidad de tiempo, esfuerzo y recursos en elaborar sesiones prácticas para transmitir los conceptos de la transmisión del calor en medios sólidos, líquidos y gaseosos, a los alumnos del mencionado nivel de la enseñanza [7].

En esta comunicación se va a aplicar PROCCA-09[®] en la docencia del módulo de *Certificación energética de edificios* perteneciente al Ciclo Formativo Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, pues permite comprender y visualizar de forma muy clara el fenómeno físico de la transmisión del calor en un cuerpo, sin necesidad de largos y tediosos desarrollos teóricos.

Los objetivos propuestos en cuya consecución se utilizará el software PROCCA-09[®] son:

- 1.- Facilitar y potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) del alumno, mejorando la comprensión del fenómeno físico de la transmisión del calor que, en muchas ocasiones, resulta demasiado abstracto para alumnos de primer curso de Ciclo Formativo.
- 2.- Fomentar el interés del alumnado a través de propuestas de ejercicios cuyos resultados son visualmente atractivos, mediante el uso de las TIC.
- 3.- Simular con exactitud y con mínimo presupuesto problemas de transmisión del calor de complejidad variable que se adapten al ritmo de aprendizaje del alumno.
- 4.- Contrastar los resultados de otros software existentes con PROCCA-09[®] y analizarlos.
- 5.- Utilizar PROCCA-09[®] para comparar diferentes soluciones constructivas desde el punto de vista del comportamiento térmico.

2. Marco curricular

La Orden del 10 de enero de 2011 publicada en el BORM el viernes 21 de enero de 2011 [8], que traspone lo dispuesto en la Orden EDU/394/2010 publicada en el BOE el jueves 25 de febrero [9], desarrolla el currículo del ciclo formativo de Grado Superior correspondiente al título de Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica.

El apartado que interesa desarrollar para esta comunicación es concretamente el currículo del módulo de *Certificación energética de edificios I (código 0350a)*, descrito en el Anexo I de la mencionada Orden del 10 de enero y centrado en el estudio de la transmisión del calor en elementos pasivos.

Concretamente, con el uso del software propuesto se van a potenciar los siguientes puntos del currículo mencionado:

- *Transmisión de calor en un elemento unidimensional de varias capas.*
- *Características térmicas de distintos materiales utilizados en construcción.*

Conductividad térmica. Calor específico. Permeabilidad al paso del vapor.

- Colocación de capas en un cerramiento.
- Soluciones para disminuir la demanda energética.
- Código técnico de la edificación. Sección ahorro de energía. HE1.

Actualmente en la Región de Murcia se pueden cursar los estudios de Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica en el CIFP Hespérides de Cartagena y en el IES El Palmar de Murcia.

3. Diseño del problema.

Se ha detectado que el temario establecido por la Comunidad Autónoma y el Estado establece inevitablemente que al inicio del curso deben tratarse en el aula gran cantidad de normativas, además de una necesaria introducción teórica a los fenómenos de la transmisión del calor. Esto obliga al profesorado a un esfuerzo específico para captar la motivación del alumnado que, posiblemente, percibe unas clases demasiado teóricas.

En este sentido, el software propuesto permite trasladar el abstracto concepto de transmitancia térmica a un concepto mucho más cercano para el común del alumnado como es el de la distribución y variación de temperaturas a través de una sección de muro de vivienda, muro de industria, o cualquier elemento objeto de estudio (motores, disipadores, tuberías, y otros).

Los ejercicios diseñados o problemas planteados para lograr los objetivos propuestos son:

Ejercicio I: Simular la distribución de temperaturas en el tiempo en cada punto característico de la sección de un muro de cerramiento de vivienda.

Este ejercicio ilustra el fenómeno transmisión del calor a través del mismo, siendo este caso el sujeto de estudio más habitual en el desarrollo profesional de los alumnos de este Ciclo Formativo (Fig.1).

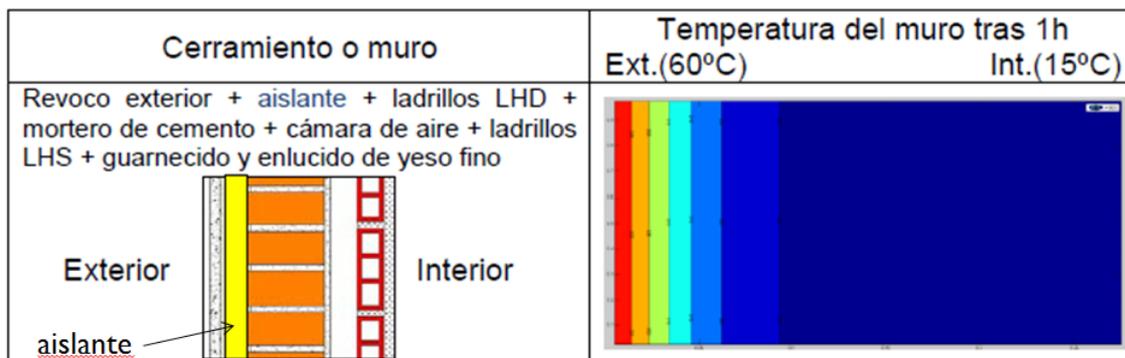


Figura 1 - Simulación de sección de cerramiento mediante PROCCA-09[®]

la transmitancia de un muro real actualmente resulta muy laborioso y, en ocasiones imposible, pues hay que hacer funcionar un aparato medidor durante varios días, así como saber la transmitancia real del muro estudiado. Dicho muro no se puede construir para cada ocasión debido al elevado presupuesto que conllevaría.

Por otra parte, la construcción física de dichos muros de estudio, en primer lugar, limitaría radicalmente la flexibilidad de aprendizaje del alumno, porque no podría salirse del ejemplo práctico realizado en el aula y, en segundo lugar, impediría al alumno visualizar el comportamiento real del calor, invisible a simple vista.

En este sentido se ha determinado que para resolver dicho problema resultaría muy interesante una simulación con PROCCA-09[®], exacta y fidedigna, de dichas prácticas de transmisión de calor

E
1
dise
ño
de
una
s
prác
tica
s de
cálcu
lo
de
la

mediante un ordenador que, además, puedan ser fácilmente modificadas según el ritmo de aprendizaje individual de cada alumno y con una calidad gráfica que permita hacer comprender mejor los fenómenos térmicos que se producen.

Ejercicio II: Utilizar el software PROCCA-09[®] para demostrar los resultados del software LIDER en el muro de cerramiento anteriormente descrito y dar una explicación sobre dichos resultados mediante una simulación.

Para cumplir con la normativa vigente los profesionales de la certificación energética deben demostrar que el local estudiado satisface la limitación de la demanda energética. El procedimiento recomendado por el Ministerio de Fomento es el software LIDER[10].

Sin embargo, tras el laborioso proceso de introducción de datos, LIDER arroja un escueto informe favorable o desfavorable utilizando las palabras “cumple” o “no cumple” (Fig. 2). El alumno y futuro profesional no tiene información suficiente sobre el porqué de estos resultados. Por el contrario, introduciendo muchos menos datos en el software PROCCA-09[®] se puede obtener una simulación que ofrece una explicación mucho más intuitiva (Fig. 3).

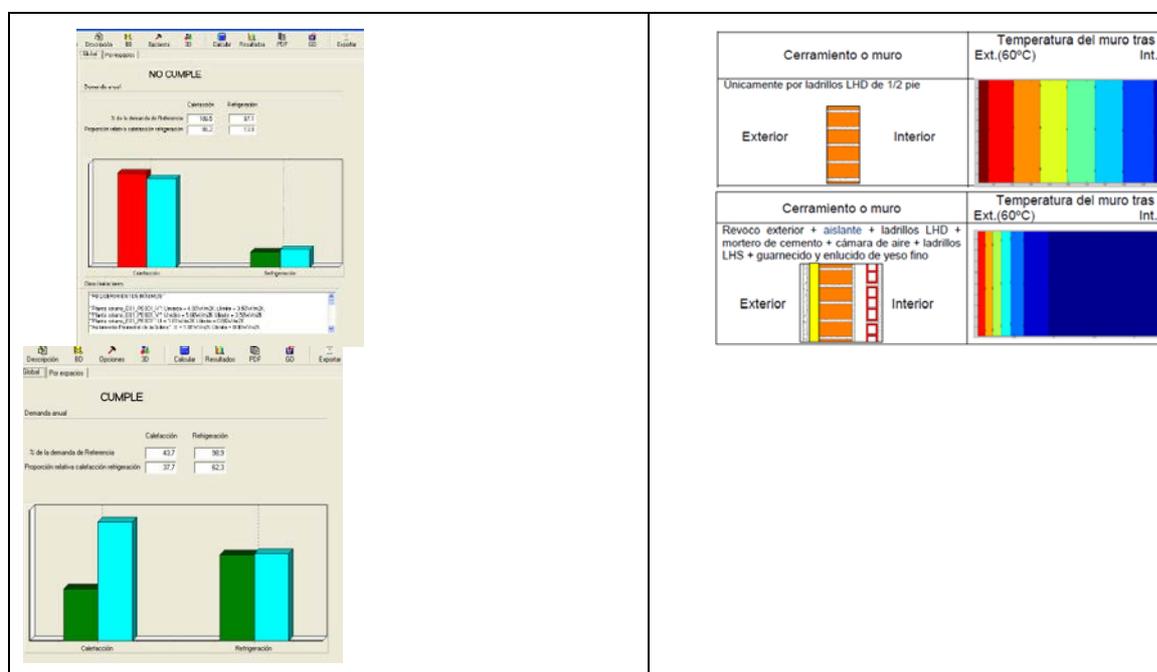


Figura 2 – Resultado “cumple” y “no cumple” de LIDER

Figura 3 – Propuesta de simulación con PROCCA-09[®]

Se puede apreciar en la parte superior de la Figura 3 que el muro tiene una alta permeabilidad al paso del flujo térmico, es decir, tiene un bajo poder de aislamiento térmico, porque sólo está compuesto por ladrillos y correspondería al caso “no cumple” de LIDER, de la Figura 2. En la parte inferior de la Figura 3 se visualiza que ocurre lo contrario.

Ejercicio III: Realizar una simulación del aislamiento convencional de la solera de una cámara frigorífica y compararlo con un aislamiento propuesto por un fabricante. Extraer conclusiones.

Se puede estudiar, por ejemplo, el caso de que a un técnico superior en eficiencia energética se le planteé el problema de elegir entre un aislamiento de lana de roca y un nuevo aislamiento de la marca PolyfoamTM para diseñar o reparar una cámara frigorífica que debe trabajar a -10°C.

El problema puede enfocarse determinando el tiempo que tardaría en aumentar 1°C la superficie interior del suelo de la cámara frigorífica usando un aislamiento u otro. Ésta pasaría de -10°C a -9°C al

estar en contacto con un terreno al que se le asigna una temperatura estable de 25°C. Esto se puede realizar simulando la distribución temporal de temperaturas en los dos casos, comparándolas, y determinando con qué aislamiento se tarda más en variar la temperatura interior en 1°C.

La comparación entre las dos simulaciones propuestas se puede ver en la Figura 5, en la que se comprueba el poder aislante de una lana de roca convencional y el del aislante propuesto por el fabricante a lo largo del tiempo. El software propuesto permite utilizar varios tipos de gráficas para visualizar mejor los conceptos que se intentan transmitir.

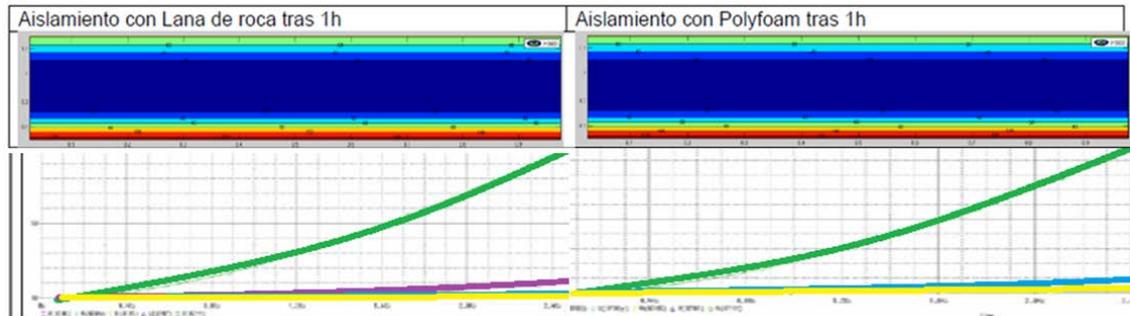


Figura 4 - Comparativa de simulaciones entre dos aislantes

A través de este ejercicio el alumno puede ampliar su abanico de posibilidades profesionales, porque se pueden extrapolar dichas posibilidades a estudios de transmisión del calor en equipos como conducciones de aire acondicionado, aislamiento de depósitos de agua caliente, refrigeración de motores de combustión interna, refrigeración de microprocesadores, y otros.

4. Resultados.

4.1. Simulación de distribución de temperaturas.

En el Ejercicio I se ha encontrado que su realización es de mayor interés en el segundo trimestre. Es en éste donde se aprende a calcular la transmitancia térmica (U) a través de un cerramiento compuesto de varios materiales, primero mediante lápiz y calculadora, luego utilizando una hoja dinámica. El programa PROCCA-09[®] es de máximo interés ya que, con una sola aplicación informática, permite visualizar el flujo de calor que atraviesa una sección de un muro compuesto por diferentes materiales, y resume todo el proceso anterior.

De este modo, los alumnos comprueban por experiencia propia la importancia y el papel que juegan los elementos constructivos, o pasivos, en el grado de eficiencia energética de la vivienda ralentizando la transmisión del calor a través de ellos.

También comprueban que no se cumplen las exigencias mínimas sin un correcto aislante, ya que el resto de elementos influyen más en la construcción por sus propiedades mecánicas, que en la habitabilidad de la misma.

Por tanto, una primera aplicación directa del programa PROCCA-09[®], tan sencilla como realizar la simulación de una sección constructiva, dota al profesor que imparte la materia de una potente herramienta de visualización. Esto es especialmente útil ya que puede resultar difícil hacer comprender a un elevado número de alumnos lo que se está calculando, porque el concepto de flujo de calor suele resultar tedioso y abstracto para la mayoría de ellos.

Sin embargo, a través de una simulación sencilla, como sería la del caso, se puede obtener un archivo de vídeo donde se puede ver el tiempo que tarda en transmitirse el calor de la superficie exterior a la superficie interior, así como la influencia del aislante (modificando sus propiedades para diferentes materiales), y la distribución de temperaturas a lo largo de ese tiempo, en cuyo caso, si dicho tiempo es suficientemente largo, ya se puede dar por válido el aislante elegido.

4.2. Determinación de limitación de demanda energética

En el Ejercicio II, dejando un poco de lado las numerosas representaciones visuales que ofrece el software PROCCA-09[®], sus resultados se pueden utilizar para contrastar los del software LIDER de cálculo de la limitación de la demanda energética en un muro de cerramiento, y dar una explicación sobre los resultados mediante una simulación.

Actualmente los alumnos del módulo de *Certificación energética de edificios I* utilizan dicho software LIDER, homologado por el Ministerio de Fomento, para determinar si el local objeto de estudio cumple con la limitación de demanda energética impuesta por el CTE-DB-HE1. Normalmente, cuando LIDER arroja el resultado de "no cumple" suele ser por algún olvido en la inclusión del aislante en los cerramientos exteriores de solera, cubierta y muros (Fig. 2). Sin embargo, le queda al alumno mucho más claro si se utilizan simulaciones de PROCCA-09[®], en las que se puede observar que, hasta la inclusión del aislamiento, los elementos constructivos apenas influían positiva o negativamente en el proceso de la transmisión del calor (Fig.3).

Es importante que este fenómeno quede bien claro desde el principio para que los futuros profesionales puedan esgrimir argumentos suficientes con que defender sus posiciones como técnicos expertos en el tema.

4.3. Simulación de solera de cámara frigorífica.

En el Ejercicio III el software PROCCA-09[®] permite al alumno llegar mucho más allá que los software de simulación para viviendas de referencia establecidos por el Ministerio de Fomento, como son LIDER (limitación de demanda energética) y CALENER (calificación energética de viviendas de nueva construcción) [11], o reconocidos, como el CE3X (viviendas ya existentes) [12]. PROCCA-09[®] permite simular cerramientos que no sólo son los de uso residencial sino también los de uso industrial.

Así, se presenta una solución a la ausencia de software homologado cuando se pretende resolver un caso industrial como puede ser el del estudio de la transmisión del calor de la envolvente térmica de una cámara frigorífica. De este modo, el uso de PROCCA-09[®] puede contribuir incluso a que el alumno amplíe las competencias del currículo oficial sin ningún esfuerzo adicional.

5. Conclusiones

El software de simulación de transmisión del calor, PROCCA-09[®] es de gran utilidad práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los Ciclos Formativos de Grado Superior y, en concreto, en el de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, además de por todo lo anteriormente expuesto, por razones como las que se desarrollan a continuación:

En primer lugar, el Método de Simulación por Redes (MESIR) en que está basado el software PROCCA-09[®] ofrece resultados de simulación exactos que permiten adaptar los problemas analizados a las exigencias de cada alumno, a su nivel y a su ritmo de aprendizaje. Disponiendo solo de un ordenador, PROCCA-09[®] posibilita además el diseño de gran variedad de prácticas sin necesidad de un presupuesto específico para las mismas, evitando (por ejemplo) los costes de construir físicamente distintos tipos de cerramiento, así como los derivados de la necesidad de adquirir los equipos medidores.

En segundo lugar, cabe destacar la gran utilidad que tiene PROCCA-09[®] a la hora de contrastar los diferentes supuestos, tal y como se ha propuesto en los ejercicios 1 y 3, ya que permite comparar la distribución de temperaturas en el tiempo en muros de vivienda de diferentes composiciones, así como comparar entre distintos aislamientos para soleras industriales, lo que posibilita tomar decisiones fundamentadas.

Por último concluimos que en el ejercicio 2 se puede utilizar el software PROCCA-09[®] como herramienta de contraste de distintos software, lo que también permite al alumno ser crítico con los mismos, tal y como ocurre al comprobar el cumplimiento del CTE-DB-HE1.

PROCCA-09[®], como herramienta sencilla e intuitiva, facilita la labor del profesor a la hora de transmitir los conceptos de la transmisión del calor, ya que no es necesario recurrir a las ecuaciones diferenciales de los distintos modelos.

Mejora el interés del alumno en el aprendizaje pues la observación e interpretación de los resultados de las simulaciones planteadas llevan al conocimiento claro de los fundamentos de la transmisión del calor que, con otros métodos, pueden resultar muy abstractos.

Para finalizar, PROCCA-09[®], como software de simulación, puede despertar mayor interés en el alumnado que los métodos convencionales diferentes a las TIC.

En cuanto a las posibilidades de continuación en futuras investigaciones, algunas ideas son:

1. Simular la inercia térmica de los cerramientos estudiados de manera más completa mediante una simulación aún más aproximada de las propiedades térmicas de los mismos que contemple dicha característica.

2. Analizar térmicamente las cubiertas más características de un edificio del mismo modo con PROCCA-09[®] tal y como se ha realizado con los muros de cerramiento y soleras en este trabajo.

3. Analizar térmicamente con PROCCA-09[®] los cerramientos de huecos, marco y vidrio, cerrajería, carpintería y elementos térmicos dinámicos.

6. Bibliografía

- [1] PROCCA-09[®] (*Programa de conducción de calor*). Fecha de registro: 24/08/2005. Autores: ALHAMA LÓPEZ, F. y CERRO VELÁZQUEZ, F.D.
- [2] ALHAMA LÓPEZ, F. y CERRO VELÁZQUEZ, F.D. *Simulación y diseño de problemas de conducción térmica con PROCCA-09[®]*. Murcia: Universidad de Murcia (2010)
- [3] CERRO VELÁZQUEZ, F.D. *Desarrollo de un programa de conducción de calor, usando analogía eléctrica mediante el lenguaje C# y el módulo de cálculo PSpice : aplicaciones lineales y no lineales en diferentes geometrías*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de Ingeniería Química (2009)
- [4] SECO NICOLÁS, M. PROCCA-09[®] para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en el módulo de Certificación Energética de Edificios. Trabajo Fin de Máster, defendido el 10 de julio de 2014. Murcia: Universidad de Murcia.
- [5] MATLAB 6. MathWorks, Natick, MA (1997)
- [6] PSPICE, versión 6.0: Microsim Corporation, 20 Fairbanks, Irvine, California 92718 (1994)
- [7] MARTÍNEZ ORTUÑO, J.C. *PROCCA-09[®] como recurso en la elaboración de materiales didácticos. Estudio de aleta rectangular de un MCIA refrigerado por aire en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Automoción*. Murcia: Universidad de Murcia.(2012)
- [8] Murcia. Orden 10 de enero de 2011, de la Consejería de Educación, Formación y Empleo por la que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica en el ámbito de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, 21 enero de 2011, núm. 16, pp. 2347-2389
- [9] España. Orden EDU/394/2010 de 20 de enero por la que se establece el currículo del ciclo formativo de Grado Superior correspondiente al título de Técnico Superior en Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica. *Boletín Oficial del Estado*, 25 de febrero de 2010, núm. 49, Sec. I, pp.18267-18295.
- [10] LIDER. Software homologado: *Documento Básico HE Ahorro de Energía. HE1: Limitación de Demanda Energética*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Energía. Madrid (2009)

- [11] CALENER Software homologado: *Calificación de Eficiencia Energética de Edificios*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Energía. Madrid (2009)
- [12] CE3X. *Certificación Energética de Edificios Existentes*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Secretaría de Estado de Energía. Madrid (2012)