

## **ENERGY AND ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF A BUILDING IN JARAÍZ DE LA VERA (CÁCERES)**

Bay, I.; Ruíz Celma, A.; López Rodríguez, F.; Vizcaíno Galán, A. M.;  
Cruz Borrego, J. A.

Universidad de Extremadura

Presents the results of the analysis of energetic and environmental sustainability of a building of tertiary sector in Jaraiz de la Vera, Cáceres, in the framework of the PROMOEENER project.

The ultimate goal is not only complete the diagnosis, but rather seeks implantable solutions that genere savings in energy consumption and improve the state of sustainability.

Previously are disclosed in detail the facilities and equipment through a energy audit. Once defined the remarkable inputs, the data are entered into a simulation software that provides a percentage of environmental impact reduction that characterizes the state of the Centre .

Subsequently are listed a series of proposals for improvement on the points where the building has a significant potential for energy savings and / or reducing environmental impact. These are measured with the same tool, which allows extract some indicators that help to quantify the improvements and in turn permits estimate energy savings.

We conclude that the proposed strategies, minimize the environmental impact and implies an energy saving, thereby improving sustainability and reducing the costs associated with energy consumption without reducing comfort in building.

**Keywords:** *Sustainability; Environmental impact; Energy efficiency*

## **DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO Y MEDIOAMBIENTAL DE UN EDIFICIO TERCIARIO EN JARAÍZ DE LA VERA (CÁCERES)**

Se presentan los resultados del estudio de sostenibilidad energética y ambiental de un edificio terciario en Jaraíz de la Vera, Cáceres, en el marco del proyecto PROMOEENER.

La finalidad última es, no sólo completar el diagnóstico, sino buscar soluciones implantables que generen un ahorro en el consumo de energía y mejoren el estado de sostenibilidad del edificio.

Previamente se describen de forma detallada las instalaciones y los equipos a través de la auditoría energética; una vez definidos los datos de partida destacables se introducen en un software de simulación que nos proporciona un valor porcentual de reducción de impacto ambiental que caracteriza el estado inicial.

Con posterioridad se indican una serie de propuestas de mejora sobre los puntos donde el edificio objeto presenta un importante potencial de ahorro de energía y/o disminución del impacto ambiental. Éstas se valoran con la misma herramienta extrayendo unos indicadores que ayudan a cuantificar las mejoras conseguidas y a su vez se estima el ahorro energético.

Se concluye que las estrategias propuestas minimizan el impacto ambiental y suponen un ahorro energético, reduciéndose así los costes asociados al consumo de energía sin disminuir el confort en el edificio y con una mejora de la sostenibilidad.

**Palabras clave:** *Sostenibilidad; Impacto ambiental; Eficiencia Energética*

Correspondencia: iriabay@gmail.com

## 1. Introducción

En los últimos años la aplicación práctica del concepto de edificación sostenible exige implantar medidas de ahorro de energía en edificios de nueva construcción o reformados. Sin embargo los edificios ya construidos acumulan ineficiencias energéticas, y el incremento de los gastos relacionados con el consumo de energía exige cada vez más una gestión energética adecuada.

A través de la transposición de la Directiva Europea 93/76/CEE para la limitación de emisiones de CO<sub>2</sub> y la Directiva EPBD 2002/91 de Eficiencia Energética se han desarrollado en España normativas ligadas a estos temas. Es por ello, que con la necesidad de promocionar la eficiencia energética y las energías renovables en los edificios de la administración, nace el proyecto PROMOEENER-A (Promoción de la Eficiencia Energética y las Energías Renovables en Edificios de la Administración) cofinanciado por la Unión Europea por medio del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). En él, de acuerdo a la Directiva 2009/28/CE de renovables en vigor desde 2009, se da especial importancia a los sistemas urbanos centralizados de calefacción y refrigeración y a la integración de las renovables en la edificación.

Una herramienta imprescindible en la estabilización de los recursos energéticos y en la reducción del impacto ambiental es la introducción de tecnologías eficientes que minimicen el consumo. En este sentido, el sector público debe predicar con el ejemplo en lo que se refiere a inversiones, mantenimiento y gestión energética de sus edificios, instalaciones y equipamiento; edificios de servicios públicos como hospitales y centros de salud (CS) son particularmente susceptibles de ahorrar energía y disminuir el impacto ambiental provocado así como ser ejemplo público de edificación verde causando un impacto social relevante.

En el presente trabajo, como parte de los resultados del PROMOEENER, se estudia en profundidad el estado actual del CS de la localidad de Jaraíz de la Vera mediante simulación y se valora la viabilidad de aplicación de medidas de arquitectura bioclimática, geotermia, solar y de biomasa que disminuyan la dependencia energética del mismo al tiempo que se incrementa el uso de recursos energéticos autóctonos. Se estudian también otras propuestas relativas al ahorro de energía como las incluidas en la "Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable" del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA, 2011) y siempre según el Documento Básico HE de Ahorro de Energía y con el debido cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación.

Finalmente se extraerán conclusiones sobre la posible mejora en sostenibilidad y ahorro en el consumo de energía tras la implantación de medidas propuestas.

## 2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto PROMOEENER es impulsar la utilización de soluciones altamente eficientes en la edificación y el desarrollo de energías renovables para calefacción y climatización de edificios públicos, y que estos sistemas vengán acompañados del desarrollo de un sector con servicios de gran valor añadido sirviendo de escaparate y promoción de estas tecnologías, todo ello sin renunciar a los niveles de confort actuales.

Las tecnologías sobre las que se enfocarán las propuestas son aquellas cuyos recursos son comunes a todas las regiones y pueden encontrarse en gran cantidad como son el sol, la geotermia somera (bombas de calor geotérmicas BCG) y la biomasa. Además, se prestará especial atención a la optimización de estos recursos de forma pasiva a través de la construcción bioclimática y la reducción de la demanda térmica.

La finalidad última del presente trabajo, desarrollado dentro del PROMOEENER, es completar el diagnóstico energético y de sostenibilidad del CS del municipio de Jaraíz de la Vera, en la provincia de Cáceres, en su estado actual y tras la implantación de ciertas medidas que se proponen en base a diversos criterios de sostenibilidad.

### **3. Metodología**

En este apartado se describe la metodología seguida para evaluar la sostenibilidad del edificio. Previamente se incluye una breve introducción a las metodologías existentes para dicha evaluación con el fin de justificar la elección de la herramienta adecuada a los objetivos del proyecto.

#### **3.1. Elección de la herramienta de evaluación de sostenibilidad:**

Para evaluar la sostenibilidad en la edificación existen distintas metodologías, herramientas y sistemas disponibles en el mercado (IHOBE, 2010), podemos distinguir:

- Sistemas de evaluación de la sostenibilidad: poseen la principal característica de su posibilidad de ser certificados, y por tanto, poder acreditar por tercera parte que cumplen con todas las garantías que establece el sistema para ser acreedores de un determinado nivel de sostenibilidad.
- Estándares en edificaciones sostenibles: “definen” a las edificaciones sostenibles y son habitualmente aceptados como sinónimo de “buenas prácticas” (passivhaus, cero emisiones, etc.).
- Herramientas (software) de evaluación: han ido desarrollándose con un fin no orientado hacia la certificación, sino más hacia su empleo por el proyectista como herramienta interna práctica.

En este caso, el objetivo principal es evaluar la sostenibilidad de los edificios para identificar los puntos débiles y poder establecer una serie de propuestas de mejora en cuanto a reducción de impacto. Por ello, se acordó el uso de una herramienta (software) de evaluación que permitiera establecer comparaciones entre el estado actual de los edificios y el estado final, tras aplicar medidas propuestas, así como comparaciones entre todos los edificios objeto de estudio.

Desde que en 1990 apareciera en reino Unido el sistema BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) para la evaluación medioambiental de edificios, el número de métodos aplicables se ha multiplicado. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) es el de mayor implantación en el mercado de grandes edificios pero existen diversas alternativas para diferentes escenarios; cada país ha generado un sistema de evaluación de los edificios en él construidos por lo que nos encontramos con una gran oferta de sistemas.

La plataforma de investigación Green Building Council (GBC) ([www.iisbe.org](http://www.iisbe.org)) desarrolló la herramienta GBTool, que permitió que muchos grupos nacionales particularizaran la herramienta a las condiciones nacionales. España ha tenido una larga historia de participación en GBC, y eso se refleja en los condicionantes que la GBTool ha tenido en el desarrollo de la herramienta de evaluación española VERDE (M. Macías, J. García Navarro; 2010).

La metodología VERDE ha sido desarrollada por Green Building Council España (GBCe). GBCe es una organización sin ánimo de lucro, asociada a World Green Building Council (WGBC), de la que constituye el Consejo español. Así mismo, trabaja en el marco de la Asociación International Initiative for a Sustainable Built Environment (iisBE) con sede en Ottawa (Canadá), de la cual constituye el Capítulo Español.

Basándose en la metodología VERDE aparece la herramienta HADES, acrónimo de Herramienta de Ayuda al Diseño de Edificios Sostenibles, con la que logramos una cuantificación de la reducción de impactos y la evaluación de la sostenibilidad de un edificio y su entorno utilizando la técnica de adición de impactos de una forma objetiva. Se presenta aquí una metodología y un modelo de evaluación de la sostenibilidad de edificios con la herramienta HADES, disponible en <http://www.gbce.es/> y según su manual de usuario (Green Building Council, 2011). La herramienta cuantifica el estado de sostenibilidad con un porcentaje de reducción de impacto ambiental que se establece de 0 a 100%, donde 0% es el valor de referencia que corresponde al cumplimiento normativo o la práctica habitual y 100% corresponde a la mejor práctica posible con un coste aceptable.

### **3.2. Metodología para la simulación:**

La metodología para la realización de la simulación energética del edificio, que identifique y cuantifique las posibilidades de mejora en materia de ahorro, eficiencia energética y utilización de energías renovables, es la siguiente:

Descripción del edificio:

- Caracterizar la envolvente del edificio y conocer todos los elementos consumidores de energía poniendo de manifiesto las características estructurales y de uso más relevantes. Se recopilan los detalles constructivos atendiendo a aquellas características que afectan a los indicadores de consumo energético del edificio.

Simulación energética y resultados:

- Se simula con la herramienta el edificio patrón obteniendo un porcentaje de reducción de impacto inicial, 'edificio cero'.
- Sobre el 'edificio cero' se evalúan una serie de modificaciones que varían el porcentaje de reducción de impacto tras la implantación de medidas correctoras. Por comparación con el porcentaje inicial cuantificamos la mejora del estado de sostenibilidad. Además, se estima el ahorro energético en kWh con cada una de las propuestas.
- Finalmente se analizan los resultados obtenidos y las estrategias propuestas, determinando la influencia sobre la reducción de impacto y sobre el consumo de energía del edificio.

## **4. Resultados**

### **4.1 Estado actual**

Cabe destacar los siguientes aspectos para la valoración de sostenibilidad inicial con la herramienta Hades:

- La fachada principal del CS es de orientación este, presentando el edificio acristalamientos en las fachadas norte, este y oeste.
- No existe sombreado vegetal relevante.
- El sistema de climatización está compuesto por fan-coils a cuatro tubos con suministro de agua caliente y fría procedente de una caldera de gasóleo y una enfriadora central. No se ha detectado ninguna medición ni queja de usuarios que indiquen problemas en este aspecto. Sin embargo las emisiones de NOx de este tipo de calderas son elevadas.
- Regulación por termostatos de zona, lo que permite un uso adecuado de los sistemas de calefacción y refrigeración

- Dispone de sistema de agua caliente sanitaria (ACS) producida en un total de 15 termos eléctricos. El sistema se encuentra permanentemente conectado con el consecuente gasto energético innecesario.
- La instalación de iluminación del centro presenta una sectorización absolutamente caótica con interruptores que encienden luminarias situadas en zonas totalmente distintas y de diferente horario. No cuenta con lámparas de alta eficiencia clase A.
- No se hace un uso correcto de las persianas interiores y existen vidrios con transmitancia inferior a 0,7 impidiendo un aprovechamiento óptimo de luz natural.
- La pintura de los paramentos interiores es blanca o muy clara; esto supone una valoración positiva en cuanto a reflectancia interior.
- Todas las cisternas del centro de salud disponen de sistemas de doble descarga pero no cuenta con griferías con control de consumo: el 100% de los grifos son de tipo monomando.

Los consumos energéticos se presentan en la Tabla1:

**Tabla 1. Consumos energéticos**

Consumo energético actual anual (kWh/año)	296.271,30
Consumo eléctrico actual anual (kWh/año)	124.017,00
Superficie útil (m <sup>2</sup> )	2.077
Consumo eléctrico actual anual (kWh/m <sup>2</sup> )	59,71
Consumo energético actual anual (KWh/m <sup>2</sup> )	142,64

El reparto global de consumo energético es del 58% térmico y el 42% eléctrico y se observa que el consumo del centro es elevado, dotando así al mismo de un potencial de mejora importante y que se cuantificará en apartados posteriores.

#### **4.2 Criterios y posibilidades de mejora energética, económica y medioambiental**

##### **Epidermis edificatoria:**

Desde el punto de vista de un estudio de ahorro y eficiencia energética es vital estudiar las posibles medidas de actuación para reducir la demanda energética de climatización mediante mejoras de la calidad térmica de la epidermis. No obstante las posibles actuaciones sobre la epidermis de un edificio ya construido son por regla general costosas y complejas dificultando cualquier medida de ahorro que se quiera adoptar.

Cabe destacar que el CS dispone de acristalamiento doble con carpintería abatible en aluminio, todas las ventanas disponen de persianas de lamas de PVC y no se ha encontrado ningún defecto grave de aislamiento en cerramientos y cubierta. El principal problema detectado en epidermis, cuya resolución es rápidamente amortizable, es la presencia de infiltraciones en algunas puertas de acceso al centro: la instalación de burletes de goma reducirá las pérdidas energéticas por infiltraciones a un costo muy asequible.

Por otro lado, una medida siempre útil es emprender una campaña de concienciación sobre ahorro de energía, ya que se ha observado que en algunas consultas se mantienen las

persianas bajadas rechazándose por parte del personal la instalación de láminas translúcidas que mantendrían la privacidad y permitirían un mayor aporte de luz natural.

### **Sistemas de climatización y ACS:**

Los sistemas de calefacción y climatización del edificio constituyen una de las mayores partidas de consumo energético. Se hacen las siguientes recomendaciones para las instalaciones de climatización:

- Se recomienda reparar los aislamientos de tuberías en mal estado y comprobar la adecuada composición y tamaño de los mismos según se indica en el RITE. Es necesario localizar las fugas de la instalación y sellarlas.
- La regulación del sistema de climatización se realiza mediante termostatos de zonas que están accesibles tanto al personal como a los usuarios y pacientes del centro: se recomienda instalar tapas antimanipulación y nombrar a un responsable que fije las temperaturas.

En cuanto al sistema de ACS se propone centralizar los equipos de producción en un solo equipo y la instalación de un sistema de apoyo con energía solar.

### **Producción de renovables:**

El uso de energías inagotables y no contaminantes amortigua la dependencia de combustibles convencionales y los problemas derivados de su uso a la vez que representan grandes ahorros en la factura energética con unos costes de mantenimiento mínimos.

Tras la valoración exhaustiva de las condiciones del centro se concluye con la viabilidad de la sustitución de la caldera actual por otra equivalente de biomasa. La biomasa es un combustible renovable y respetuoso con el medio ambiente. Tenemos gran excedente de biomasa en nuestro país y la política energética nacional lo apoya. Además ayuda a evitar los incendios y disminuye las emisiones nocivas que crean el efecto invernadero.

### **Sistemas de iluminación:**

No se dispone de lámparas eficientes por lo que la primera medida a considerar es la sustitución de las lámparas existentes por otras de alta eficiencia clase A.

La instalación de iluminación del centro presenta una incorrecta sectorización: es necesario corregir el problema independizando el área de urgencias del resto y separar cada una de las zonas de espera y distribución del centro que poseen distinta orientación, aporte de luz natural, asistencia y horario de tránsito de pacientes.

Instalar pulsadores temporizados en aseos comunes y almacenes de uso puntual supone una buena medida para ajustar los tiempos de encendido de la iluminación a los necesarios evitando consumos por descuidos.

### **Parcela y emplazamiento:**

Se dispone de superficie libre en la parcela por lo que debería considerarse la ocupación de ésta con zonas verdes en un porcentaje elevado con plantas autóctonas y/o xerojardinería.

Las plantas nativas crecen en comunidad con otras especies vegetales y animales suministrando protección y alimento. Están adaptadas al clima regional o local con lo que requieren una menor cantidad de agua, además de necesitar un bajo mantenimiento, ser fáciles de plantar y tener poca exigencia en el uso de productos químicos, fertilizantes, etc.

La idea principal de la xerojardinería es hacer un uso racional del agua de riego. El uso de planta xerófitas en los jardines permite reducir el consumo de agua de riego hasta a un cuarto del consumo de un jardín tradicional con césped.

#### **Consumo de agua potable:**

Si bien en la región no existen condicionantes en el suministro público, se consideran de importante aplicación las medidas en este aspecto. Se propone la instalación de un sistema de recuperación y reutilización de aguas grises, la instalación de sistemas de ahorro de agua e todos los grifos existentes y por otro lado la realización de una campaña de sensibilización con el consumo de agua potable.

#### **Ventilación e iluminación natural:**

No se puede actuar sobre las condiciones de diseño para favorecer la ventilación natural, sin embargo un uso adecuado de las instalaciones puede suponer una reducción de la necesidad de ventilación forzada. Para airear las dependencias basta con abrir las ventanas unos 10 minutos y el periodo de aireación ha de coincidir con las paradas del servicio de climatización. Igualmente para la iluminación no podemos actuar sobre los parámetros de diseño pero sí aprovechar las posibilidades de entrada de luz natural a través de las ventanas de fachada para reducir el gasto en luz artificial.

Emprender una campaña de concienciación sobre ahorro de energía para usuarios y personal así como formar al personal y fomentar el uso una adecuada regulación de las protecciones solares contribuiría a la mejora de este aspecto.

#### **4.3 Valoración de sostenibilidad**

La entrada de las características destacables del estado actual del edificio en el software de simulación revela la falta de sostenibilidad del mismo: la herramienta HADES dota al CS de un porcentaje de reducción de impacto de un 5,08%.

Se ha valorado la mejora porcentual de la sostenibilidad del edificio por medio del porcentaje de reducción de impacto tras la implantación de las medidas propuestas en el apartado anterior:

- El punto más importante es la posibilidad de instalar un sistema de tecnología biomasa que permite una reducción en la generación de sustancias y un considerable aumento de sostenibilidad del edificio al mismo tiempo que un ahorro económico en combustible. De esta forma, con la implantación de dicho sistema, la reducción de impacto llega a un valor de 32,05%.
- Si además lo combinamos con las medidas de reducción de consumo en agua potable este porcentaje se eleva hasta 39,66%.
- Añadiendo la sustitución de lámparas por otras de alta eficiencia y el aprovechamiento óptimo de luz natural el porcentaje de reducción de impacto asciende a 48,29%.
- Por último, aprovechando la superficie libre disponible de la parcela ocupándola con zonas verdes, llegaremos a un valor final de reducción de impacto de 51,46%.

Podemos concluir que la implantación de todas las medidas propuestas para el CS Jaraíz de la Vera aumenta su sostenibilidad, pasando de un porcentaje de reducción de impacto inicial muy bajo a un valor final por encima del 50%.

#### 4.4 Ahorro energético

Las medidas aplicadas para el aumento de sostenibilidad que suponen un ahorro estimado cuantificable en consumo energético se muestran a continuación en las Tablas 2, 3 y 4:

**Tabla 2. Ahorro energético estimado debido a medidas sobre iluminación**

Consumo eléctrico actual anual en iluminación (kWh/año)	35.639,50
Consumo eléctrico futuro anual en iluminación (kWh/año)	16.838,60
Ahorro (kWh/año)	18.800,90

**Tabla 3. Ahorro energético estimado por sustitución de caldera (producción de renovables)**

Consumo energético actual anual con caldera de gasóleo (kWh/año)	172.254,30
Consumo energético futuro anual con caldera de biomasa (kWh/año)	174.147,20
Ahorro (kWh/año)	-1.892,90

**Tabla 4. Ahorro energético estimado por medidas sobre ACS**

Consumo energético actual anual (kWh/año)	18.915,50
Consumo energético futuro anual (kWh/año)	3.064,30
Ahorro (kWh/año)	15.851,20

El consumo energético futuro estimado del CS tras la implantación de medidas es de 126,87kWh/m<sup>2</sup>, esto es, un ahorro del 11,06% frente al consumo energético actual.

Según la tabla 3, la sustitución de la caldera actual por otra de biomasa no supone una reducción en el consumo de energía, aunque implica una reducción del impacto ambiental.

El porcentaje de ahorro para las medidas tomadas sobre iluminación y ACS es similar: el 54% del ahorro se debe a las medidas tomadas sobre la iluminación y el 46% restante a las medidas sobre ACS, principalmente a la instalación de un sistema de apoyo de energía solar

#### 5. Conclusiones

Tras la realización de la simulación sobre el edificio del CS de la localidad de Jaraíz de la Vera en su estado actual y el análisis de los resultados se concluye que el edificio evaluado se encuentra en unas condiciones de sostenibilidad deficiente con unos consumos energéticos elevados, contando con un porcentaje de reducción de impacto de apenas un 5% y un consumo energético de 296,271 kWh/año.

Con la finalidad de mejorar la situación actual de mismo se han establecido una serie de propuestas, valorando tanto su aporte a la mejora en sostenibilidad como al ahorro



energético. Las conclusiones tras las simulaciones posteriores son las siguientes:

- En primer lugar se deberán considerar las medidas sobre producción de energía renovable. Aunque la sustitución de la caldera actual por otra de tecnología biomasa no aporte un ahorro en consumo energético, sí supone un ahorro económico significativo por ser más bajo el costo del combustible utilizado por dicha caldera, además de una reducción importante de emisiones. Por otro lado la instalación del sistema de apoyo con energía solar para ACS proporciona un ahorro energético estimado de 15800 kWh/año. Estos sistemas de producción de renovables aumentan la reducción de impacto de una forma notable, llegando a ser dicha reducción de un 30% sobre el valor inicial. Con una inversión inicial viable los beneficios de las energías renovables son muchos y en el marco de este proyecto la instalación de estos sistemas en un edificio de la administración supone un impulso de las actividades de innovación y desarrollo tecnológico, sirviendo de ejemplo público de promoción de dichas tecnologías.
- Se deben considerar de forma inmediata las medidas sobre iluminación para reducir los consumos eléctricos en la fase de uso del edificio. Dichas medidas, con unos costos admisibles, suponen un aumento de reducción de impacto de un 13%. Además este tipo de medidas conllevan un ahorro de 18.800 kWh/año.
- Deben considerarse también las medidas sobre consumo de energía no renovable durante el uso del edificio, demanda y eficiencia de los sistemas. Existen medidas de fácil aplicación sobre epidermis edificatoria, climatización y ACS que implican una disminución en la demanda energética por parte del CS, aumentando el porcentaje de reducción de impacto un 9%
- Finalmente existe otro tipo de medidas que no suponen una reducción de impacto muy elevada ni disminuyen el consumo energético de forma inmediata pero debería considerarse su implantación por simplicidad y bajo coste: el correcto aprovechamiento de la superficie libre de la parcela para zonas verdes, instalación de sistemas de riego eficientes y sistemas de recuperación y reutilización de aguas grises y sistemas economizadores de agua.

Como conclusión final, después de hacer la evaluación y tras valorar la implantación de las medidas correctoras, se observa que existe una serie de medidas que aplicadas en su conjunto incrementan la sostenibilidad del edificio de forma importante dotando a este de un porcentaje de reducción de impacto final superior al 50%, sin perturbar el confort de los usuarios y con unos costes asociados amortizables a corto plazo. De forma paralela con dichas medidas, el consumo energético anual del mismo se ve aminorado en más de 34.000 kWh/año, esto es, un ahorro superior al 10% anual reduciéndose así los costes asociados al consumo de energía.

## 6. Referencias

- España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Boletín Oficial del Estado, 28 de marzo de 2006, núm. 74, pp. 11816-11831.
- España. Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE)
- Green Building Council- España (GBCe). Herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible HADES (versión beta), manual del usuario. Madrid, septiembre 2011 disponible en <http://www.gbce.es/>

IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable”. 3ª edición, julio de 2011, consultada en [www.idae.es](http://www.idae.es)

IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (Ed. 1ª, Marzo 2010) ‘Green Building Rating Systems ¿cómo evaluar la sostenibilidad en la edificación?’ disponible en <http://www.ihobe.net/>

M. Macías, J. García Navarro (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. Informes de la Construcción Vol. 62, 517, 87-100, doi: 10.3989/ic.08.056

Proyecto PROMOEENER-A (PROMoción de la Eficiencia ENérgica y las Energías Renovables en edificios de la Administración). Disponible en: <http://promoeener-a.com/>

Unión Europea Directiva 93/76/CEE del Consejo, de 13 de septiembre de 1993, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética

Unión Europea Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios y la refundición 2010/31/UE

Unión Europea Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE