DESIGN AND CONSTRUCTION OF A HIGH EFICIENCY BUILDING

Martínez Sánchez, Rafael
Rafael Martinez

Postres Reina company based in Caravaca de la Cruz, enlarge his facilities with the construction of a building dedicated to the Research, Development and Innovation. The building wants to be an exemplary building in terms of design focused on savings an energy efficiency for which it has received numerous care in the envelope, orientation, shape, unnatural shadows treatment, thermal bridges, insulation, with the aim to reduce their energy demand to a minimum, at the same time it has had an air conditioning system based floor heating with solar thermal and condensing boiler with natural gas to supply the constant heating needs and to cover peak demand Heating and air conditioning demand has a VRV system with separate zoning in all areas. All the building has heat recovery for ventilation and lighting with LED technology.

Keywords: Eficiency;energy;energy savings

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO ALTAMENTE EFICIENTE

La empresa Postres y Dulces Reina con sede en Caravaca de la Cruz, amplia sus instalaciones con la construcción de un edificio dedicado a la Investigación, Desarrollo e Innovación. Dicho edificio desea que sea un edificio ejemplar en cuanto a diseño enfocado al ahorro y la eficiencia energética para lo cual se ha contado con numerosos cuidados en la envolvente, orientación, forma geométrica, tratamiento de sombras artificiales, puentes térmicos, aislamiento, con el objetivo de reducir su demanda energética al mínimo, a la misma vez se ha contado con un sistema de climatización basado suelo radiante con energía solar térmica y caldera de condensación con gas natural para abastecer las necesidades constantes de calefacción y para dar cobertura a las puntas de demanda de calefacción y a la demanda de aire acondicionado se cuenta con un sistema VRV con zonificación independiente en todas las áreas. Todo el edificio cuenta con recuperadores de calor para la ventilación e iluminación con tecnología led.

Palabras clave: eficiencia;energía;ahorro energético

Correspondencia: Rafael Martinez Sánchez - rafa.martinezs79@gmail.com www.tenaga.es

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado gracias a la confianza depositada en el asesoramiento del autor por la arquitectura de D Jose Manuel Sánchez Guerrero y la empresa Postres Reina S.A

1. Introducción

El proyecto del edificio del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación CIDI de Postres Reina es un ejemplo práctico de la viabilidad de diseño, funcionamiento y gestión de edificio de clasificación energética A y del acercamiento a la consecución de edificios de consumo energético casi nulo.

En este caso el edificio se trata de un edificio administrativo, que además posee laboratorios, cocina y sala de catas para los nuevos desarrollos de la empresa, una sala de conferencias, y una zona destinada a futuras plantas piloto.

La demanda energética del edificio se puede dividir en demanda eléctrica (iluminación, usos generales, potencia de equipos en laboratorios, cocina y planta piloto, climatización y ventilación) y demanda en forma de gas natural que abastece a una caldera de condensación para las puntas de ACS y demanda del suelo radiante.

Para conseguir la clasificación energética A, se ha actuado en el diseño de todos los consumos energéticos, diseñando tanto el edificio de forma que demande la mínima cantidad de energía posible como seleccionando las instalaciones mas eficientes existentes en la fecha.

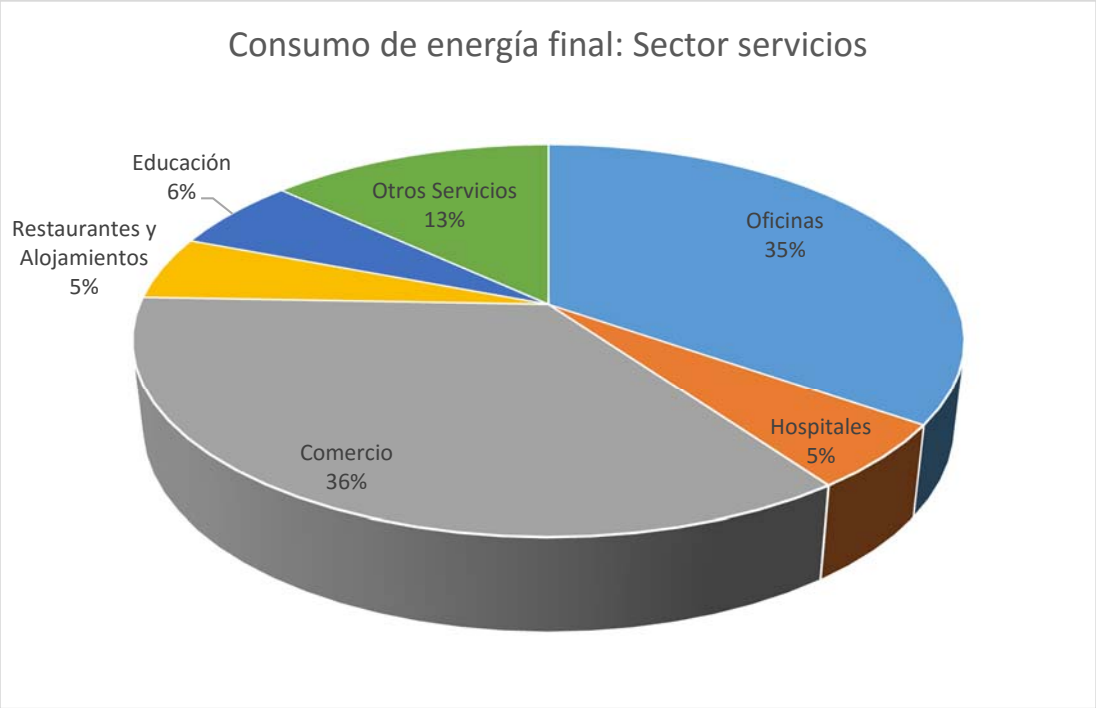
Este proyecto se ha concebido de una forma global teniendo en cuenta todos los aspectos energéticos, desde el concepto inicial del edificio que ha sido simulado en numerosas ocasiones con la ayuda de software informático hasta el control en obra de todos los detalles de construcción.

2. Estado del arte

Aunque la actividad de Postres Reina es la fabricación de Postres lo cual se trata de una actividad Industrial, este proyecto se centra en la construcción de un edificio de oficinas que alberga un salón de actos y laboratorios por lo que podemos enmarcar este proyecto dentro del sector servicios como oficinas.

El consumo de energía del sector servicios en España en el año 2013 fue de 9.564 ktep de los cuales el primer puesto en consumo energético lo tiene el comercio y seguido muy de cerca por las oficinas con un total de 3.321 ktep, lo que supone un 35% del total del sector.

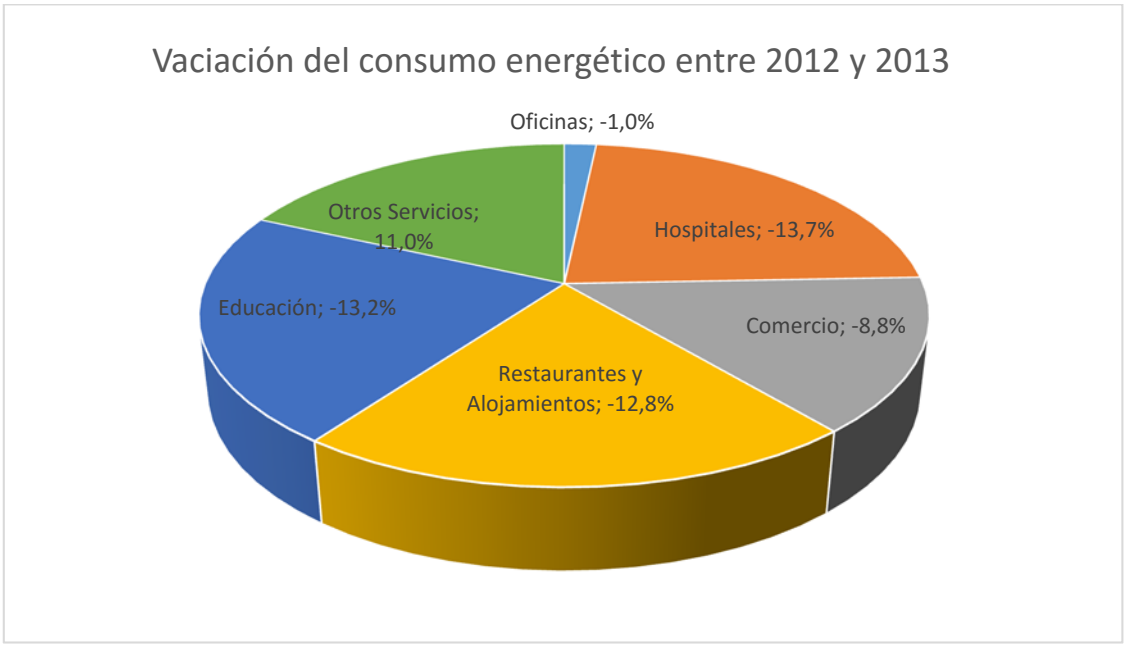
Figura 1. Consumo de energía final: Sector servicios



(IDAE,2015)

Además la variación del consumo de energía entre los años 2012 y 2013 en este sector ha experimentado notables reducciones, de media en los hospitales, comercio, restaurantes y alojamientos y educación se ha experimentado una reducción del consumo de energía del 12,1% mientras que en las oficinas solo lo ha hecho en un 1 %, lo que puede indicar o que no es posible reducir el consumo de energía en este sector o que existen grandes posibilidades en cuanto a la implementación de medidas de eficiencia energética y energías renovables que aún no se están llevando a cabo

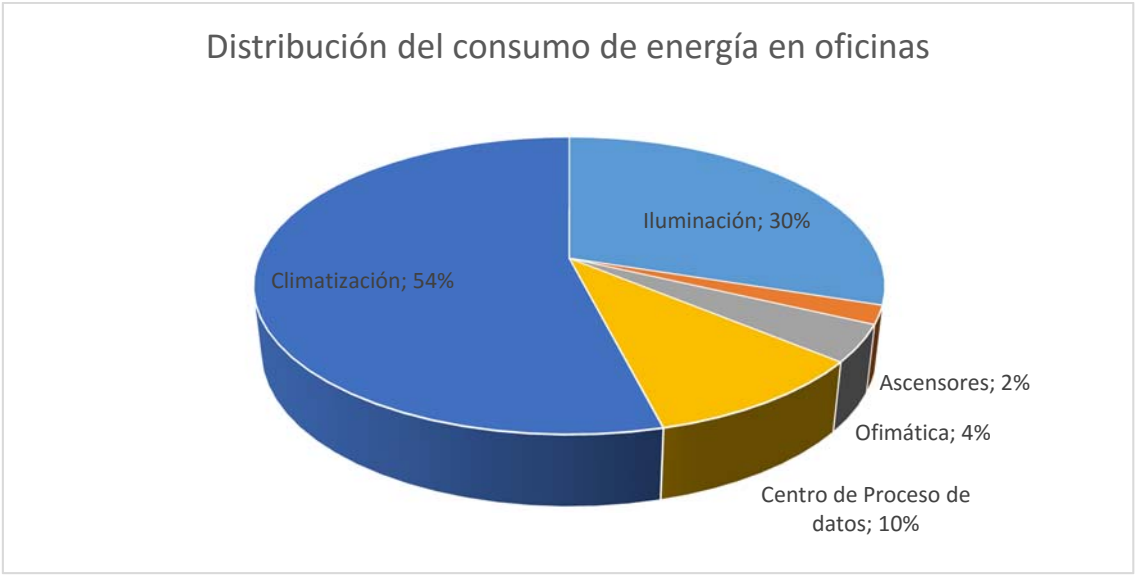
Figura 2. Variación del consumo de energía en las oficinas entre los años 2012 y 2013 en España



(IDAE,2015)

En cuanto a la distribución del consumo de energía en las oficinas, el mayor consumo energético se centra en la climatización con un 54% del total y en la iluminación con un 30% del total

Figura 3. Distribución del consumo de energía en oficinas en el año 2008 en España



(IDAE,2015)

Tanto en la climatización como en la iluminación existen grandes oportunidades de mejora y de ahorro energético ya que en los últimos años hemos vivido una revolución en cuanto a tecnologías se refiere, en el área de la iluminación ha habido tres cambios tecnológicos: la aparición de los balastos electrónicos para la sustitución de los balastos

magnéticos, la aparición de las lámparas fluorescentes compactas y finalmente con la aparición de la tecnología LED.

En el campo de la climatización también se han experimentado grandes avances con la aparición de tecnologías como Inverter, Volumen de Refrigerante Variable, Free Cooling, Recuperación de calor, calderas de baja temperatura o de condensación y la utilización de las energías renovables para la climatización.

Es por esto que con la aplicación de todas estas tecnologías y un diseño adecuado del edificio se puede mejorar en gran medida la eficiencia energética de los edificios dedicados a oficinas.

En cuanto a la legislación, todos los edificios tienen que cumplir unos estándares mínimos en cuanto a transmitancia térmica máxima de todos sus cerramientos en función de la zona climática en la que se encuentre, los cuales vienen definidos en el Código Técnico de la Edificación en su sección HE1 “Limitación de la demanda energética, la eficiencia de la instalación de climatización y ventilación debe cumplir con la mínima establecida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas, la iluminación debe cumplir con la sección HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” y la existencia de paneles solares térmicos se ajusta a lo establecido en la HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”. Además con la aplicación de los documentos indicados anteriormente se debe cumplir con la sección HE0 “Limitación del consumo energético” el cual limita la cantidad máxima de energía primaria no renovable que el edificio puede consumir en función de la zona climática en donde se encuentre.

Todas estas exigencias son el fruto de la trasposición de la Directiva 2002/91/CE, refundida en la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y Del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Además la citada Directiva introduce el concepto de Edificios de Consumo Energético Casi Nulo como aquel edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto y en el que la cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida por energía procedente de fuentes renovables producidas in situ o en el entorno, estableciendo la fechas para su aplicación a edificios nuevos el 31 de Diciembre de 2010.

3. Metodología

La construcción del edificio se ha abordado desde un punto de vista global en el que desde su concepción se han tenido en cuenta todos los aspectos energéticos posibles, siendo una de las partes mas importantes los estudios energéticos previos y simulaciones realizados conjuntamente con el estudio de arquitectura para minimizar el consumo de energía durante su funcionamiento.

En concreto se han seguido los siguientes pasos:

- Elaboración de proyecto básico del edificio con definición de espacios, usos y cargas térmicas.
- Análisis de cargas del edificio y determinación de la potencia necesaria de calefacción y refrigeración de cada una de las estancias.
- Análisis de las necesidades de ventilación de cada uno de los espacios.
- Elección de la mejor tecnología disponible para abastecer las demandas de climatización, en este aspecto se plantearon diferentes opciones entre las que

se encontraba un sistema todo aire, un sistema aire-agua con fan-coils y sistema VRV, finalmente se optó por un sistema de suelo radiante y un sistema VRV

- Simulación del edificio en Calener VyP para la obtención de la demanda de energía anual del edificio, dado que el programa Calener VyP no permite la disposición de varios sistemas multizona en la misma zona como es el caso de la combinación de suelo radiante y VRV, fue necesario realizar diferentes modelos con diferentes sistemas de climatización y estudiar la contribución de cada uno de ellos a un modelo global.
- Mejoras sucesivas en los cerramientos y simulación en Calener VyP hasta la obtención de los niveles de consumo energéticos deseados.
- Elaboración de los proyectos de ejecución de arquitectura y proyectos de instalaciones del edificio incluyendo el proyecto de climatización. En este aspecto dado que se optimizó al máximo las necesidades energéticas del edificio, debido a la potencia a instalar no era necesario realizar proyecto de climatización según el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) pero se realizó para poder tener un documento base que estableciera las pautas para la ejecución de la instalación por parte de las empresas instaladoras y su control por parte de la dirección de obra
- Control de la ejecución de la instalación por parte de la dirección de obra y por parte de los técnicos redactores de los proyectos.
- Puesta en marcha y pruebas

4. Implantación

El resultado final en cuanto consumo de energía del edificio se refiere es debido a los estudios previos realizados y a la ejecución e implantación de cada uno de los siguientes puntos relacionados con la arquitectura y las instalaciones.

4.1. Arquitectura

4.1.1. Factor de forma

Se han tenido en cuenta numerosos aspectos en el concepto y diseño del edificio para conseguir que este tenga el mínimo consumo energético, el primero de ellos es el factor de forma del edificio, este se define como la relación entre la superficie exterior de pérdida o ganancia de calor y el volumen que encierra.

$$F=S/V\ (m^{-1}) \qquad (1)$$

En este proyecto el factor de forma es muy cercano a 0,16, el cual es el factor de forma de un cubo, lo que indica que la superficie por la que se pueden generar pérdidas o ganancias de calor es la mínima en relación al volumen habitable que encierra. Este es el principal factor a tener en cuenta y a perseguir a la hora de disminuir la demanda energética del edificio. La forma geométrica de este edificio parte de una planta prácticamente cuadrada.

4.1.2. Orientación.

La orientación del edifico corresponde a la orientación de la parcela y a la de los edificios de parcelas adyacentes, no se ha realizado ninguna actuación en cuanto a la

modificación de la orientación pero si se ha tenido en cuenta esta para la distribución de usos en el interior y la disposición de elementos de control solar.

4.1.3. Cerramientos

Los cerramientos verticales se han construido de forma que posean una transmitancia térmica de 0,27 W/m^{2}K, lo que significa un valor menor que la mitad del establecido por el Código Técnico de la Edificación (CTE) para su zona climática establecida en U_{Mlim} 0,27 W/m^{2}K.

La cubierta posee una transmitancia térmica ligeramente inferior a la especificada por el CTE.

En general los bajos valores de transmitancia térmica se han alcanzado con la interposición de una capa de aislante de alta calidad y espesor elevado

La superficie acristalada del edificio alcanza un valor del 51% por lo que se ha optado por un cristal doble bajo emisivo con argón en el interior de la cámara de aire y rotura de puente térmico, alcanzando un valor de transmitancia térmica de U = 1 W/m^{2}K, valor bastante inferior al límite establecido por el CTE en cualquiera de sus orientaciones.

4.1.4. Puentes térmicos

Todos los puentes térmicos se han cuidado al máximo haciéndolos desaparecer en todas los casos mediante la disposición de las capas de cerramiento por delante de pilares y forjados y la existencia de un forjado sanitario en la planta baja. Este ha sido uno de los aspectos mas cuidados tanto en el diseño arquitectónico como en la ejecución de obra.

4.1.5. Sistemas de protección solar

El edificio dispone en la fachada orientada a levante y a sur de una segunda piel formada por finas lamas horizontales proporcionando un 50% de sombra en estas dos fachadas

Fotografía 1. Imagen de la fachada principal del edificio en donde se aprecia la segunda piel formada por lamas horizontales

Fotografía 2. Imagen de la esquina de dos fachadas en donde se aprecia el detalle de la segunda piel formada por lamas horizontales

El edificio dispone en su zona central un lucernario que ofrece luz natural a la zona de atrio y en general a todo el edificio, este lucernario dispone de un toldo para controlar la entrada de radiación solar en épocas de radiación excesiva

Como se ha comentado anteriormente la superficie acristalada del edificio asciende al 51% de sus cerramientos por lo que se pretende un gran aprovechamiento de la luz natural, además las zonas que van a tener uso permanente son las que se han dispuesto en las caras orientadas a sur.

Fotografía 3. Imagen del lucernario central del edificio

4.2. Instalaciones

4.2.1. Climatización

La climatización del edificio se ha solucionado con una combinación de suelo radiante y climatización por aire, el suelo radiante es accionado por una caldera mixta de condensación a gas natural de 60 kW la cual proporciona también las necesidades de Agua Caliente Sanitaria (ACS), el suelo radiante proporciona la base de calefacción en todo el edificio manteniéndolo a una temperatura de 18 ºC en las épocas de uso, el suelo radiante se controla a través de las temperaturas de cada una de las salas y de la diferencia de temperaturas entre las salas y la temperatura exterior para favorecer un calentamiento rápido ante descensos brucos de temperatura en el exterior y para evitar la acumulación de calor excesiva en el suelo ante una subida brusca de temperatura en el exterior.

Fotografía 4. Imagen de la sala de instalaciones en donde se ubican la caldera de condensación, e instalación de suelo radiante.

Fotografía 5. Imagen de la sala de instalaciones en donde se ubica parte de la instalación solar térmica.

Las cargas térmicas instantáneas en calefacción o las puntas de carga son aportadas por un sistema VRV que ofrece climatización a todas las dependencias a través de

consolas tipo cassete o unidades de conductos en cada una de ellas, este mismo sistema es el que proporciona el 100% de las necesidades de frio en verano.

Debido a sus necesidades especiales y para disponer de una mayor sectorización el salón de actos dispone una unidad tipo 11nvertir para su propio uso.

4.2.2. Ventilación

Todo el edificio dispone de ventilación en todas sus estancias y aunque no es obligatorio la disposición de recuperación de calor ya que el caudal de ventilación es inferior al indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE) para tener una obligatoriedad de recuperación de calor se ha optado por disponer recuperadores en aras de una mayor eficiencia energética, se optó por esta decisión ya que en las fases previas el resultado del estudio arrojaba que la cantidad de calor a recuperar era superior al consumo energético de los ventiladores del propio recuperador. El sistema de ventilación actúa con un horario programado y por sondas de CO_2, la ventilación arranca en los horarios programados coincidiendo con los horarios de ocupación del edificio y toma la lectura de la sonda de CO_2 continuando su funcionamiento hasta que el valor de CO_2 se encuentra en un rango aceptable disminuyendo de esta forma al máximo el tiempo de funcionamiento de los ventiladores.

Adicionalmente al sistema de ventilación, dado que la parte central del edificio es un atrio que comunica ambas plantas y en el que está situado el lucernario central, se prevé que en verano exista una acumulación de calor en la zona del lucernario, estratificándose este hacia la parte superior y teniendo la parte mas cálida debajo del lucernario, para evacuar este calor sin tener que hacer uso del sistema de climatización se ha previsto en esta zona un pequeño ventilador controlado por una sonda de temperatura y aberturas diametralmente opuestas, para que en caso de acumulación de calor en esta zona actúe y disipe el calor de forma rápida y con bajo coste energético.

4.2.3. Sistema de control

Cada uno de los equipos de climatización tiene su propio sistema de control: Inverter, VRV, Suelo Radiante y Ventilación por ello el control del sistema de climatización se ha centralizado mediante un sistema Air Zone en donde el usuario selecciona la temperatura de cada sala y el propio sistema se encarga de gestionar cuando actúa el suelo radiante y cuando el sistema VRV o una combinación de ambos, con la intención de abastecer las necesidades de los usuarios de forma rápida y localizada.

4.2.4. ACS

El edificio dispone de una placa solar térmica para cubrir parte de las necesidades de agua caliente sanitaria.

4.2.5. Iluminación

Además de las consideraciones tenidas en cuenta anteriormente como el control solar y la disposición de usos del edificio en función de las zonas mas iluminadas, todas las luminarias del edificio son de tipo LED obteniendo uno Valores de Eficiencia Energética en Iluminación (VEEI) en todas las estancias inferiores a 3 y en la mayoría de los casos inferiores a 2, siendo el valor límite establecido en el CTE siempre superior a 3,5 – 4.

5. Conclusiones

Con la aplicación de todas las medidas expuestas se ha conseguido ejecutar un edificio con los siguientes valores de demanda energética:

Tabla 1. Demanda energética del edificio en climatización

Servicio	kWh/año
Calefacción	35889,12
Refrigeración	15332,05
Total	51421,18

Y unos niveles de emisiones:

Tabla 2. Niveles de emisión del edificio.

Servicio	Emisiones (kgCO2/año)
Calefacción	1990,9
Refrigeración	6221,6
ACS	497,7
Iluminación	8710,3
Total	**17420,5**

La demanda energética de energía no renovables es de 54,3 kWh/m^{2}año, la cual es inferior al máximo establecido en la HE0 para la zona en la que se encuentra ubicado dado por 64,82 kWh/m^{2}año.

Finalmente para la calificación energética del edificio, el edificio de referencia con el que comparar el nivel de emisiones arroja un valor de 46.689 kg CO_2/año, lo que supone un índice de calificación energética C= 0,37<0,4 por lo que la calificación energética del edificio es A.

6. Referencias Bibliográficas

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDAE (2013), *Balances energéticos y estudios sectoriales del año 2013 [Consultado* .24 septiembre de 2015]
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. IDEA (2008), Guía de ahorro energético en oficinas del año 2008
- España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y su documento básico HE Ahorro de energía. Boletín oficial del estado, num 74.
- Esapaña Orden FOM/1635/2013 de 10 de septiembre por el que se actualiza el Documento DB-HE “Ahorro de Energía” del Código Técnico de la Edificación. BOE num 219
- Postres Reina S.A. web oficial http://www.postresreina.com Obtenido 24 septiembre de 2015