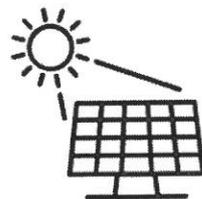


CIEEMAT`17

III Congresso
Ibero-Americano de
Empreendedorismo, Energia,
Ambiente e Tecnologia:
Livro de atas

12 a 14 de julho de 2017



Instituto Politécnico de Bragança

Título: III Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia: Livro de atas

Editores: Américo Vicente Leite
Ana Isabel Pereira
Ângela Paula Ferreira
Artur Jorge Gonçalves
João Paulo Almeida
José Luis Calvo Rolle
Manuel Joaquim Feliciano
Orlando Manuel Soares
Ronney Arismel Boloy

Edição: Instituto Politécnico de Bragança – 2017
Campus de Santa Apolónia
5300-253 Bragança
Portugal

Execução: Orlando Manuel Soares

ISBN: 978-972-745-230-9

URI: <http://hdl.handle.net/10198/14339>

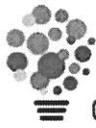
Email: cieemat2017@ipb.pt

Apoios e Patrocínios:



Media Partner:





49016	Identificação das Deficiências Econômicas e Culturais do Atual Mercado Musical no Brasil e Apresentação do Software e do Modelo Canvas da Tecnologia Disrupt Orchestra	325
50685	Estudo da Caracterização do PDMS e suas Aplicações na Biomédica	331
50747	Análise dos Atores que Promovem a Cultura Empreendedora na Região da Costa Verde/RJ – Brasil.....	337
48867	Energy certification proposal, using dynamic simulation, as an energy management tool ISO 50001 Versus energy audit in buildings.....	343
51458	Interface Gráfica Via RNA para Classificação de Solos em Recuperação em Função dos Atributos Físicos e dos Tratamentos	349
50705	Dimensionamento de uma câmara de liofilização e de uma câmara de secagem por ar seco frio para alimentos	355
50713	Estimativa da Produção de Capim Marandu em Sistemas Integrados	363
50596	Simulação do Tratamento de Águas Residuais Urbanas por um Sistema de Lamas Ativadas	369
48945	Um cruzeiro eólico-solar pelo lago de Sanabria (NW Espanha): modelo inovador de gestão ecoturística para a interpretação ambiental em ecossistemas aquáticos dulçaquícolas	375
50717	Armazenamento de Carbono em Solos Desenvolvidos sob Quatro Espécies Florestais na Região Mediterrânea.....	379
50616	Transformação Digital – As Smart Cities e os Recursos Tecnológicos	383
50696	Drood, Desidratação de Frutas e Vegetais por Ar Seco.....	391
50733	Avaliação do Valor Natural da Paisagem: o Caso da Fragmentação do Carvalhal (Quercus pyrenaica Willd.) no Parque Natural de Montesinho.....	397
50745	Estado da Arte da Incorporação de um Sistema de Cogeração de Energia em uma Planta de Produção de Biodiesel e Hidrogênio	403
50819	Gaseificador de Blocos de Madeira em Leito Fluidizado: uma Revisão.....	407
50024	Social Entrepreneurship, Psychological Coaching as a Developer of Competences	413
50653	Evaluating the Effect of Glycerine Addition on Anarobic Digestion	419

Energy certification proposal, using dynamic simulation, as an energy management tool ISO 50001 Versus energy audit in buildings.

Francisco Javier Rey. Author, *Dept. of Energy and Fluidmec., EII, University of Valladolid, rey@eii.uva.es*, Alberto Rey. Author *EII, University of Valladolid*. Eloy Velasco. Author, *Dept. of Energy and Fluidmec., EII, University of Valladolid*. Julio San José. Author, *Dept. of Energy and Fluidmec., EII, University of Valladolid* and Javier M. Rey. Author, *EII, University of Valladolid*.

Abstract— The objective of this study is the ISO 50001 energy management, using energy audits as management system tools and comparing their results with those from energy certification through dynamic simulation, applied to a standard university building.

The methodology used to achieve savings and energy efficiency results, applied to a university building, can be used as a model for extrapolating to university buildings. The methodology used have the following scheme:

- Selection of the building, location, characteristics of the building and inventory of building materials, equipment and systems.
- Energy certification, using a software program recognized by the government of Spain called HULC unified tool LIDER-CALENER GT. Energy Audit
- Analysis of results and conclusions.

This study demonstrates that, through the results obtained in a university building with dynamic simulation software such as the LIDER-CALENER GT, about energy certification, compulsory according to national laws, can be considered as a substitute for the basic energy audit tool to implement A SGen like ISO 50001. This will allow us to obtain the same results and will mean a significant economic reduction.

Keywords— Energy management system, energy audits, dynamic simulation, energy certification tools CALENER GT-LIDER.

I. INTRODUCCION

El consumo final de energía de los edificios en la UE se sitúa actualmente en torno al 40%, siendo los edificios divididos en sectores residenciales y terciarios. El sector terciario, también denominado edificios comerciales o no residenciales y objeto de estudio, comprende varios tipos de edificios (oficinas, hoteles, hospitales, museos, edificios universitarios ...) que se utilizan para diversos fines y Emplean una gama de servicios energéticos (aire acondicionado, calefacción, ventilación, ACS, iluminación, etc. En España, el consumo final de energía para edificios en el sector terciario es de casi el 30%.

Por lo tanto, el sector de la construcción es un área importante en la que centrar las políticas energéticas, como las medidas promovidas por los países de la UE para alcanzar los objetivos establecidos en el horizonte 20-20-20, 2020.

En el sector de la construcción, la UE ha adoptado una directiva importante en 2010 como la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios (EPBD) refundida.

Paralelamente, los Sistemas de Gestión de la Energía (EMS) [4] aplicaron a los edificios que adquirieron un gran desarrollo debido a los altos ahorros energéticos ya la reducción de las emisiones de CO₂.

Un EMS el conjunto de elementos que interactúan entre sí para establecer la política energética, los objetivos energéticos,

los procesos y los dispositivos necesarios para alcanzar los objetivos, según la Norma UNE-EN- ISO50001: 2011

La Norma ISO 50001 está basada en el ciclo de Deming PDCA (Plan, Do, Check, Act). Figura 1.

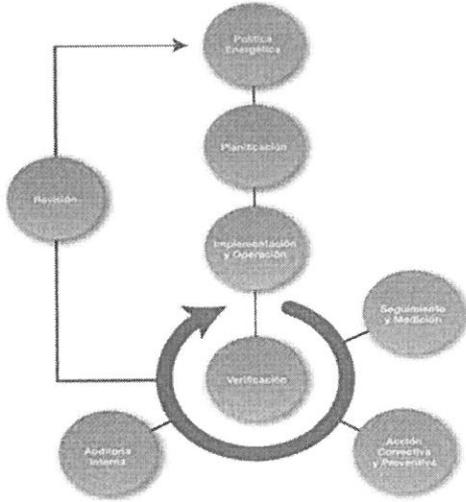


Fig. 1. Sistema de Gestión Energética. Fuente: AENOR

Una de las herramientas más importante que utiliza la ISO 50001 en su etapa de planificación es la revisión energética o auditoría energética.

- Analiza el uso y consumo de energía mediante mediciones.
- Identificar las áreas de uso de energía.
- Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar la tarea energética.

La auditoría energética es un proceso sistemático en el que se obtiene un conocimiento del consumo energético para detectar los factores que afectan al consumo, identificar y evaluar el ahorro energético en función de su rentabilidad económica. En 2014 se publica la Norma ISO 50002: 2014 Auditorías energéticas.

Según la directiva europea EPBD 2010, la certificación energética es obligatoria en todos los países que componen la UE. La certificación energética de edificios es la descripción de las características energéticas, que la información a los usuarios sobre la eficiencia energética del edificio [1].

En España la certificación energética de edificios mediante el método general LIDER-CALENER, considera el consumo de energía necesaria para satisfacer anualmente la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. La certificación energética se expresa con una etiqueta energética, mediante letras

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar el buen comportamiento energético del edificio y proporcionar información útil sobre los resultados.

Estos indicadores, en base anual, se refieren a la unidad de superficie útil del edificio, y determinan la energía final consumida por el edificio.

El indicador energético principal o global será el correspondiente a las emisiones anuales de CO₂, expresadas en kg/m² de superficie útil del edificio.

En España el procedimiento general de la certificación energética para los edificios, se realiza a través de un programa de software de simulación dinámica llamada HULC (herramienta unificada LIDER-CALENER).

II. METODOLOGÍA

A. Auditorías Energéticas

La metodología de una auditoría energética aplicada a edificios se describe en la norma española UNE-EN16247. En este estudio se llevó a cabo una auditoría energética, siguiendo las siguientes etapas de la figura 2.

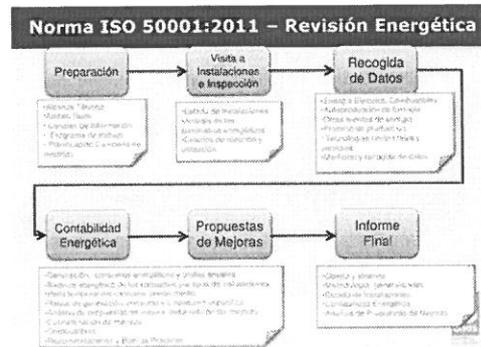


Fig. 2. Metodología de una auditoría energética. Fuente: AENOR.

En la recogida de datos se hicieron los inventarios:

- Del edificio (planos, geometría y materiales). Figura 3
- De las instalaciones térmicas Figura 4.

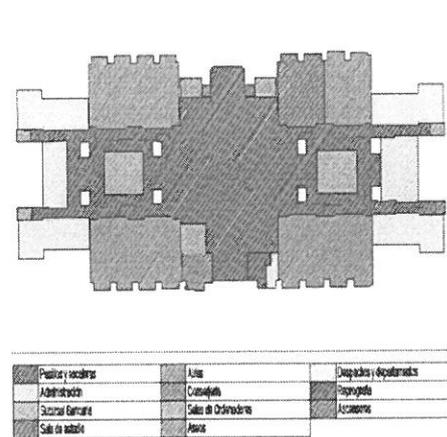


Fig. 3. Plano planta primera.

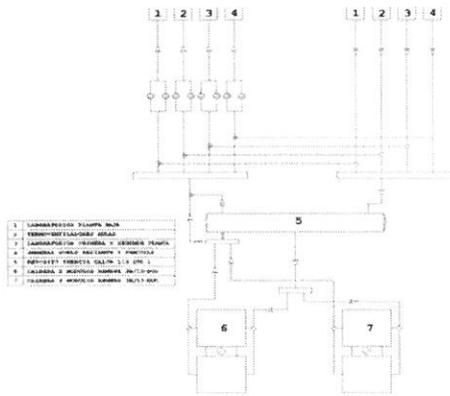


Fig 4: Sistema de calefacción.

Posteriormente se midió diferentes parámetros físicos como temperatura, humedad, potencia eléctrica, potencia térmica de calderas y elementos terminales, ciclo de bombas de calor, iluminación, etc. [2].

La siguiente etapa fue la contabilidad energética de calor, frío y electricidad [3].

Finalmente se llevó a cabo un plan de Medidas de mejoras energéticas MAES, estudiando su rentabilidad económica.

B. La certificación energética de edificios.

La certificación energética de los edificios tiene como objetivo proporcionar una información objetiva acerca de las características energéticas de los edificios a los intervinientes en el sector de la edificación. También podrá incluir opciones para la mejora de dichas características energéticas.

La Herramienta Unificada Lider-Calener GT (HULC) es una implementación informática con software de simulación dinámica, que permite calcular:

- a) Demandas de energía de calefacción y refrigeración.
- b) Consumos energéticos térmicos, ACS y eléctricos de iluminación.
- c) Emisiones de CO₂.
- d) Certificación energética de edificios nuevos y existentes.
- e) Propuestas de mejoras energéticas MAEs.

III. EDIFICIO ESTUDIADO

Se ha seleccionado la Escuela de Ingenierías Industriales del campus de la Universidad de Valladolid (UVa) como edificio de estudio, figura 5, para aplicar las herramientas de un Sistema de Gestión Energética (SGEn) por dos razones principales:

- 1. Este edificio dispone, de un indicador de consumo energético final kWh/m² de los mayores que componen el Campus. Por lo tanto, un análisis de sus mejoras energéticas, permitirán una mayor eficiencia energética, económica y una mayor reducción de emisiones de CO₂.

- 2. Por otra parte, representa un edificio tipo de un Campus, ya que combina espacios administrativos, aulas, despachos, laboratorios y zonas comunes.



Fig. 5. Edificio Escuela de Ingenierías Industriales del campus de la Universidad de Valladolid (UVa).

Se realizará un inventario de los planos, figura 3 y materiales, tabla 1 que componen el edificio estudiado, así como, un inventario de los equipos de las instalaciones térmicas, figura 4, y eléctricas del edificio,

TABLA 1.

EJEMPLO DE ALGUNOS MATERIALES.

		Cerramiento fachada lateral	
Capas	1 pie LM métrico	24 cm	
	Mortero de cemento	2 cm	
	MW Lana mineral	5 cm	
	Cámara de aire sin ventilar	5 cm	
	Tabicon de LH doble	7,5 cm	
	Mortero de cemento	2 cm	
Transmitancia térmica U		0,42 W/m²K	
Nombre		Ventanas tipo 1	
Acrilamiento	Doble con cámara de aire (4/6/5)		
Marco	Metálico sin rotura de puente térmico		
Color Marco	Intermedio (Clase 2)		
Porcentaje ocupado por el marco	18,8 %		

A continuación, se utiliza el programa de certificación energética LIDER-CALENER GT que nos calcula, demanda de calefacción y refrigeración, la calificación energética del edificio, los consumos energéticos y emisiones de CO₂.

También se aplica la herramienta de un SGE como la auditoría energética en la que se analiza el histórico de facturación energética del edificio y después siguiendo la metodología ya expuesta anteriormente, en el apartado II, obtenemos los consumos energéticos.

Se presenta un estudio comparativo de consumos energéticos y emisiones de CO₂ entre ambas herramientas.

IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la figura 6 se muestra una pantalla del programa de simulación energética LIDER-CALENER GT (HULC), y que usa el motor de cálculo DOE 2, referente al edificio estudiado.

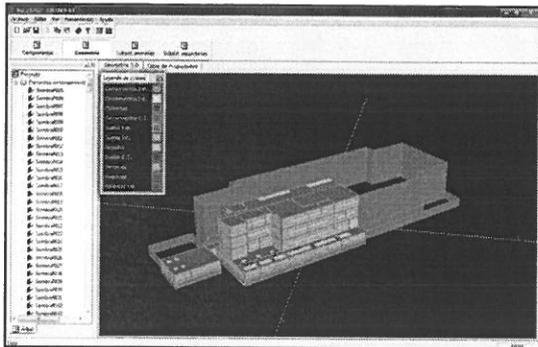


Fig. 6. Ventana en CALENER GT.

El primer resultado obtenido por el CALENER GT y que se presenta en la figura 7 es la certificación energética del edificio, siendo obligatorio en España para todos los edificios. En la etiqueta energética obtenida, se observa que en este edificio en base al indicador relativo de CO₂ por m² entre el edificio objeto y el de referencia, nos resulta una clase A.

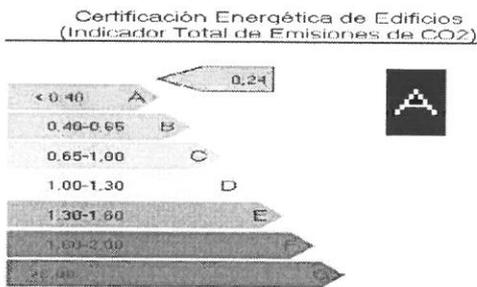


Fig. 7. Etiqueta de calificación energética del edificio.

Los datos de emisiones CO₂, consumo de energía primaria, y final en todo el edificio relativos a iluminación, aire acondicionado y calefacción se muestran en la tabla 2.

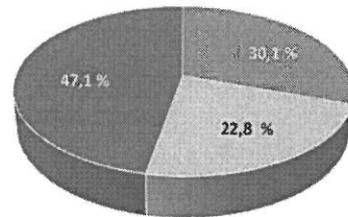
TABLA 2.

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN REALES EN EL EDIFICIO.

Emisiones CO ₂ (Kg/año)	
Iluminación	240.000
Refrigeración	181.000
Calefacción	316.100
Consumo de energía primaria (kWh/año)	
Iluminación	961.000
Refrigeración	729.000
Calefacción	1.500.000
Consumo de energía final (kWh/año)	
Iluminación	370.000
Refrigeración	281.000

Emisiones CO ₂ (Kg/año)	
Iluminación	240.000
Calefacción	1.400.100

Representando un porcentaje de consumo en energía primaria, figura 8.



■ Iluminación ■ Refrigeración ■ Calefacción

Fig. 8. Consumo energía primaria por año.

Posteriormente se realiza una auditoría energética siguiendo la metodología mostrada anteriormente en el apartado II. En las figuras 9, 10 y 11 se muestran la evolución de los consumos térmicos y eléctricos anuales del edificio y sus costes económicos entre los años 2006 y 2013

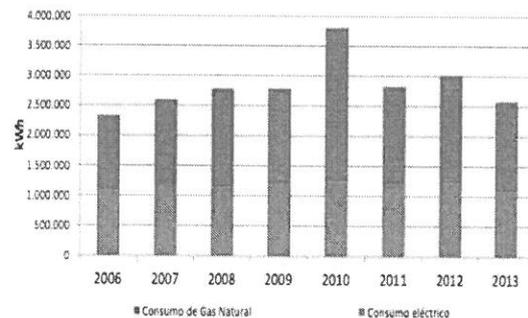


Fig. 9. Evolución del consumo térmico y eléctrico anual del edificio.

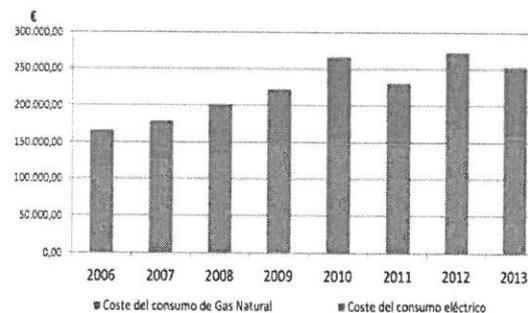


Fig. 10. Evolución de costes económicos térmicos y eléctricos anuales.

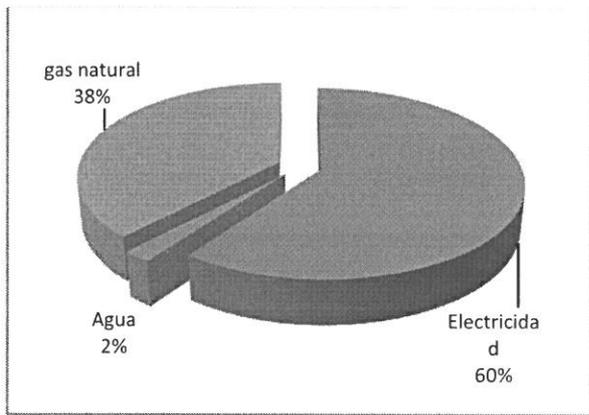


Fig. 11. Reparto de costes anuales.

El desglose de consumos energéticos y costes se muestran en la figura 12

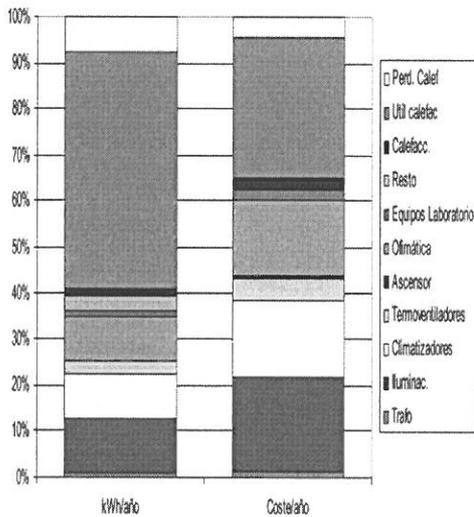


Fig. 12. Desglose de consumos y costes energéticos.

Una vez que hemos utilizado en el estudio de un edificio universitario estándar, dos herramientas, una correspondiente a un sistema de gestión energética SGE, como es la auditoría energética, y otra aplicada a la certificación energética de edificios mediante la simulación dinámica con el programa de software LIDER-CALENER GT, con motor de cálculo DOE2, podemos hacer un análisis comparativo entre ambas herramientas relativas a los datos de consumo de energía final obtenidos en el edificio en kWh/año en iluminación, refrigeración o aire acondicionado y calefacción.

Los datos de la tabla 3 y figura 13, presentan los valores de consumo de energía final anual obtenidos en la auditoría energética y los obtenidos en la simulación dinámica energética usada en la certificación energética. Si comparamos ambas obtenemos un error de cálculo en los tres servicios energéticos menor que el 10%

TABLA 3
CONSUMOS DE ENERGÍA FINAL.

	Certificación kWh	Auditoría kWh	Error
Iluminación	370.000	346.000	6,6 %
Refrigeración	281.000	285.000	1,6 %
Calefacción	1.400.000	1.505.752	7 %

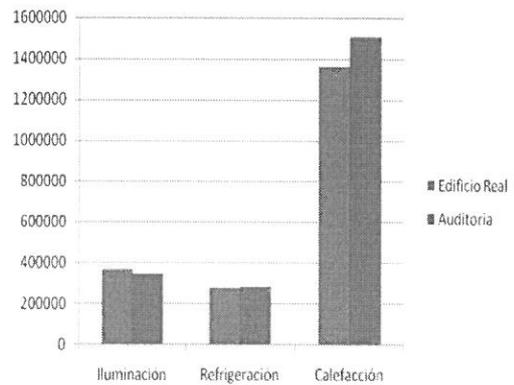


Fig. 13. Comparación entre los consumos de energía final kWh anual entre la auditoría y la certificación energética (Edificio real).

V. CONCLUSIONES

En el estudio energético de un edificio estándar tipo universitario, que integran nuestros Campus, se han utilizado dos herramientas, una de gestión energética SGEN, ISO 50001, como es la auditoría energética y la otra es la certificación energética, mediante simulación dinámica. Cada herramienta utilizada, presenta metodologías de análisis diferentes. Así la Certificación energética a través del programa de software LIDER-CALENER GT (HULC) presenta un procedimiento totalmente teórico mediante la simulación de un modelo térmico, mientras que la auditoría energética emplea un método totalmente experimental a través de medidas de parámetros físicos. Las dos herramientas consiguen el mismo objetivo final y que consiste en calcular y analizar los consumos energéticos e impactos ambientales. Además, los dos permiten proponer MAES y cuantificar su rentabilidad económica. A través de este estudio sobre gestión energética de un edificio universitario, y mediante las herramientas de certificación y auditoría energética, se han podido determinar los consumos energéticos, las propuestas de MAES, los ahorros energéticos y económicos, la rentabilidad económica y las emisiones de efecto invernadero evitadas.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos por ambas herramientas de gestión energética, se comprueban que los porcentajes de error son inferiores al 10%, figura 13. [5] Esto presenta una novedad relevante y es que, si bien la norma internacional ISO 50001 solo propone la auditoría energética como herramienta de gestión, nosotros, dado los resultados tan favorables como se muestran en este estudio, errores de consumo energético menores del 10% así como mejoras energéticas, proponemos como alternativa solo para edificios no residenciales, emplear en la ISO 50001 la otra herramienta

III Congreso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energía, Ambiente e Tecnología

que es la certificación energética siempre que se emplee como programa de software uno de simulación dinámica con motor de cálculo DOE2 como es el LIDER-CALENER GT. Esto reducirían los costes de análisis, ya que la certificación es obligatoria en toda la UE y podría sustituir en los edificios a la auditoría energética para poderla usar como herramienta en un SGen ISO 50001, siguiendo la directiva europea de eficiencia energética.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es fruto de un proyecto de investigación apoyada por la Junta de Castilla y León para grupos de excelencia competitivos, cuyo título es: "Evaluación energética y medidas de confort térmico en edificios universitarios hacia cero energía, combinando el enfriamiento

evaporativo y la estructura activada térmicamente TAB'S (Ref.:VA029U16-2016).

REFERENCIAS

- [1] Francisco Javier Rey Martínez y Eloy Velasco Gómez. "Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas". Editorial Thomson. Madrid 2006.
- [2] ASHRAE. Fundamentals.2013 (Book)
- [3] C. Martani, D. Lee, P. Robinson, R. Britter, C. Ratti, in: ENERNET: Studying the dynamic relationship between building occupancy and energy consumption, Energy Build. 47 (2012) 584–591,
- [4] G. Strbac, in: Demand side management: benefits and challenges, Energy Policy 36 (12) (2008) 4419–4426
- [5] P.H. Shaikh, N.B.M. Nor, P. Nallagownden, I. Elamvazuthi, T. Ibrahim