

Análisis del *Business Process Model* (BPM) como medida de ahorro en el diseño de nuevos edificios y en la mejora de los existentes

Área Temática 3: Tecnologías y soluciones para conseguir ahorros energéticos

Autor(es) de la comunicación: C. Martín-Gómez¹, M. Egúaras¹, M. Vidaurre² y B. Barrutia¹

- 1 Sección de Instalaciones y Energía. Escuela de Arquitectura. Universidad de Navarra. 31080. Pamplona. instetsaun@unav.es
2 Sección de Construcción. Escuela de Arquitectura. Universidad de Navarra. 31080. Pamplona. mvidaurre@unav.es

Resumen: El proyecto europeo Adapt4EE, actualmente en curso y descrito en la ponencia, tiene como objetivo desarrollar y validar un marco de evaluación de la eficiencia energética integral que incorpore los metadatos de arquitectura (BIM), los procesos críticos de negocio (BPM), los consecuentes patrones de comportamiento de los ocupantes, los activos y las respectivas operaciones de la empresa, así como las condiciones ambientales generales.

El proyecto demuestra como un sistema para la simulación en la edificación que incluya datos sobre el comportamiento de la actividad de los ocupantes como miembros de una estructura empresarial, puede mejorar significativamente el rendimiento de las herramientas de simulación. Se exponen aquí algunos de los principales resultados que se están obteniendo a partir de los edificios piloto.

Palabras clave: Business Process Model, Ahorro Energético, flujos de personas, simulación, Software.

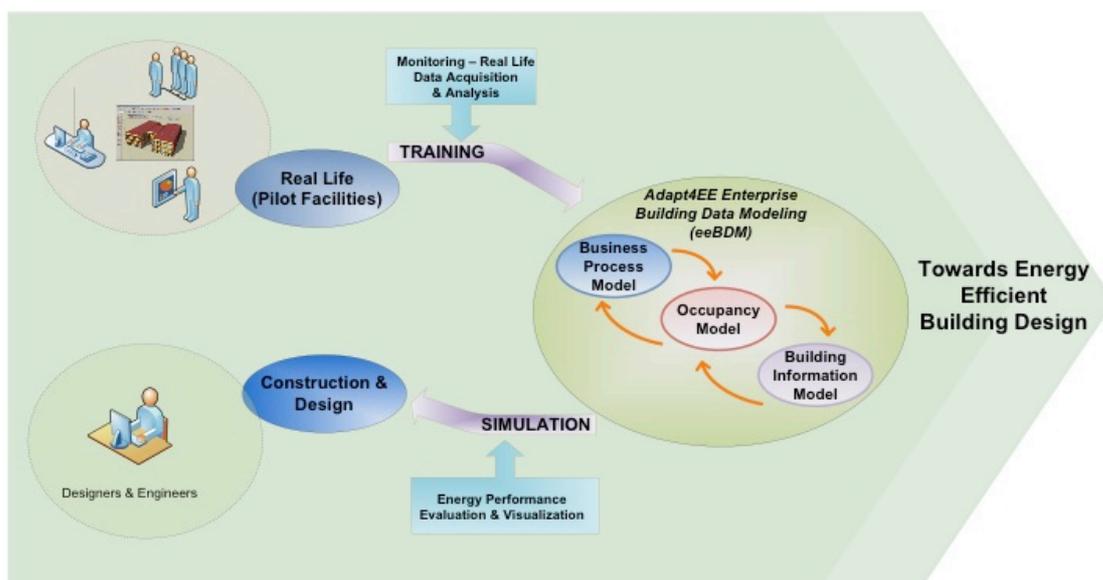


Figura 1. Resumen gráfico (Fuente: Adapt4EE).

1. INTRODUCCIÓN

Sin cambiar las fachadas, las particiones interiores o las instalaciones de los edificios ¿se puede mejorar la eficiencia energética de los edificios modificando sólo la forma en que se usan? ¿Podría pasar que cambiando la situación de una sala de reuniones o los flujos de movimiento personas en el edificio, se ahorrara energía?

Estas preguntas son las que trata de responder el proyecto Adapt4EE, incorporando, en las primeras fases de diseño del edificio, información relativa a los procesos de negocio y a la futura ocupación del mismo.

Por tanto, el proyecto proporciona un enfoque holístico para el diseño y evaluación de la eficiencia energética de los productos de construcción en una primera fase antes de su realización.

2. OBJETIVO

El objetivo es identificar la relación entre la eficiencia energética del edificio y el rendimiento de los procesos de negocio que en él se llevan a cabo, teniendo en cuenta el comportamiento de los ocupantes (presencia y movimiento) en el estudio de los Modelos de los Procesos de Negocio (BPM) y de los Modelos de Información del Edificio (BIM).

Para avanzar en los Sistemas de Gestión de Energía de Edificios (EBMS) se utilizan marcos de semántica mejorada con el empleo de una nube multi-sensorial, que introduce un proceso de ingeniería de método híbrido para conceptualizar y diseñar o adaptar, lenguajes de modelado centrados en la eficiencia energética en los edificios.

3. RESULTADOS

A lo largo de los tres años de duración del proyecto (noviembre 2011 – octubre 2014), se diferencian dos partes principales: creación de un software de simulación, y validación de las simulaciones con la monitorización de dos edificios piloto.

El desarrollo del software es, en realidad, una implementación del software libre *OpenStudio*, utilizado para modelar el rendimiento energético de los dos edificios piloto seleccionados. Se parte de este software por distintas razones:

- Se trata de una herramienta gratuita.
- Cuenta con código abierto.
- Las aplicaciones gráficas *Openstudio* incluyen el *plug-in* para *SketchUp* y la aplicación independiente *ResultsViewer*.
- La herramienta utilizada como motor de análisis es *EnergyPlus*.
- Proporciona plantillas (construcciones, horarios, cargas) para una importante variedad de tipos de edificios.

El proyecto confronta los modelos teóricos con la implantación de sensores y monitorización en dos edificios piloto, uno ubicado en Portugal y otro en España. Esta exposición se centra en el caso español: la Clínica Universidad de Navarra, situada en Pamplona.



Figura 2. La Clínica Universidad de Navarra cuenta con más de 75,000 m², 400 camas y 16 quirófanos con más de 130.000 consultas anuales y más de 9.000 urgencias anuales (datos 2010).

Los modelos iniciales realizados se centran en las siguientes áreas, tomando dos plantillas predeterminadas del *OpenStudio*:

- Octavo piso: Oficinas MIR; salas de reuniones MIR; hospital de día y área de Consulta.
- Planta baja, con dos modelos: Área de Administración y de Coordinación.

A la hora de comparar las plantillas que proporciona el software con los datos reales, se han de tener en cuenta los siguientes puntos:

- *OpenStudio* proporciona dos plantillas adecuadas para este edificio: la destinada a zonas de Hospitalización y la de Ambulatorios.
- Se ha utilizado la información recopilada para el desarrollo de los modelos de negocio (BPM) y las cargas reales (ocupación; horarios de uso, de funcionamiento, etc.; número y tipo de luminarias; número y tipo de equipos) para crear un modelo con nuevos horarios y cargas térmicas más ajustadas a la realidad.

Después de este ajuste, se obtienen los resultados expuestos en las Figuras 3 y 4, relativos a cargas anuales de calefacción y calor sensible.

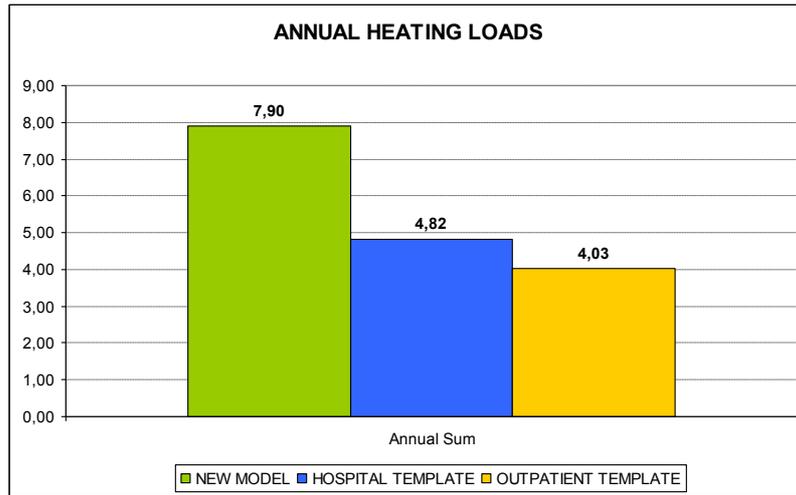


Figura 3. Cargas de calefacción para cada uno de los modelos estudiados en las simulaciones (verde, nuevo modelo; azul, plantilla de hospital; amarillo, plantilla de ambulatorio).

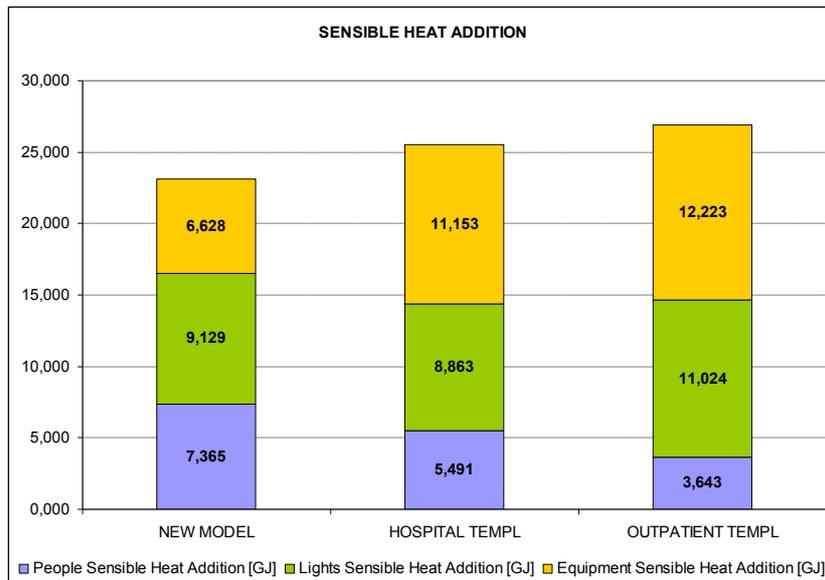


Figura 4. Cargas anuales de calor sensible debido a las cargas de personas, luces y equipos para cada una de las simulaciones (izquierda, nuevo modelo; centro, plantilla de hospital; derecha, plantilla de ambulatorio).

4. DISCUSIÓN

La simulación en la edificación se considera una práctica común en la industria de la edificación, habiendo experimentado un crecimiento importante tanto en el mundo académico como en la industria de la construcción desde su aparición hace tres décadas. Así, los proyectos más recientes de la Unión Europea abordan estas cuestiones y procuran realizar grandes avances

en BIM, aunque tratan el factor de los ocupantes de forma limitada, pues su objetivo es el seguimiento y el modelado de las respuestas de los ocupantes basándose en preferencias individuales (comodidad u otras preferencias personales) bajo condiciones ambientales específicas.

Del resultado de la comparación de las plantillas con los datos reales en el programa de simulación *OpenStudio*, puede exponerse que:

- A pesar del esfuerzo de introducir horarios y cargas reales, hay importantes incertidumbres que requieren confrontar los datos obtenidos en la simulación con la monitorización real de los edificios.
- Se parte de demasiadas suposiciones para diseñar los horarios de uso de la iluminación y los equipos, y así, no puede saberse algo tan sencillo como si los usuarios apagan las luces o equipos cuando salen de las habitaciones.

Las principales incertidumbres hasta la adquisición de registros reales son el comportamiento del ocupante, el tiempo de uso real de los equipos y las infiltraciones.

Hasta este momento, no obstante, todos los datos apuntan al potencial de ahorro energético en los edificios con un adecuado estudio del BPM. Además de las evidentes aplicaciones de los resultados y el software generado en otras áreas de conocimiento como la seguridad contra incendios por ejemplo.

Por tanto, se está hablando aquí de construcciones energéticamente inteligentes que incorporan información innovadora y de comunicaciones (TIC), que presentarán la capacidad de adaptarse de manera eficiente a las necesidades y preferencias de los ocupantes, maximizar la eficiencia energética y al mismo tiempo cumplir con los requisitos generales de la empresa. Esto se realiza con la fusión de dos estudios hasta ahora habitualmente separados: Building Information Modeling (BIM) y Business Process Modelling (BPM), teniendo a los ocupantes como el principal catalizador.

Esta fusión presenta la posibilidad de mejorar el diagnóstico y rehabilitación de edificaciones existentes y generar infraestructuras y entornos de simulación para evaluar diferentes variantes, herramientas para la evaluación dinámica de construcción en tiempo de ejecución, y permitir la optimización basada en restricciones multicriteria.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de las primeras fases del proyecto confirman que el proyecto no solo es útil en los estadios iniciales de diseño, sino también en la rehabilitación y en el proceso de *facility management* durante la vida útil de los edificios, lo cual constituye una base de potenciales beneficios para futuros proyectos.

Además, las diferencias entre el modelo con horarios y cargas reales y las plantillas, evidencian la necesidad de hacer estudios detallados de la verdadera ocupación humana del edificio, es decir, incluir los procesos de negocio en los modelos de información, con el fin de simular la eficiencia energética de la forma más real posible.

Lógicamente, estos parámetros afectan también a la posterior selección de equipos, luces... para incluir de este modo el verdadero comportamiento de los sistemas HVAC.

Pero sin duda, la principal conclusión de este estudio es que es posible ahorrar energía sólo teniendo en cuenta los patrones de ocupación y sin apenas cambios en la arquitectura, es decir, con inversiones financieras mínimas.

6. AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido posible gracias al proyecto ‘Occupant Aware, Intelligent and Adaptive Enterprises’, Adapt4EE, cofinanciado por la Comisión Europea dentro del 7º Programa Marco (FP7/2007-2013) en virtud del acuerdo de subvención número 288150.

7. REFERENCIAS

BURGEON, D. (2005) Detailed occupancy prediction, occupancy-sensing control and advanced behavioral modeling within whole-building energy simulation. Université Laval, Quebec, Canada.

CLEVENGER, C. y HAYMAKER, J. (2006): The Impact of the Building Occupant on Energy Modelling Simulations, Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, Montreal, Canada.

CORGNATI S.P. et al (2008): The impact of indoor thermal conditions, system controls and building types on the building energy demand. *Energy and Buildings*; 40(4):627-636.

HENSEN, J.L.M. (2004): Towards more effective use of building performance simulation in design. *Developments in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*:291-306. Eindhoven, the Netherlands.

IOANNIDIS, D. et al (2012): Occupancy and Business Modelling. 9th European conference on product and process modelling (ECPPM 2012), 3rd Workshop on eeBDM, eeBIM, Reykjavik, Iceland.

KRAVANJA, Z. y CUCEK, L (2013). Multi-objective optimisation for generating sustainable solutions considering total effects on the environment. *Applied Energy*; 101:67-80.

PAGE, J. (2007): Simulating occupant presence and behavior in buildings. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland.

PAPAMICHAEL, K. et al (1997): Building design advisor: automated integration of multiple simulation tools. *Automation in construction*, 6(4):341-352.

ZIMMERMANN, G. (2006): Gimmermann G. Modelling and simulation of dynamic user behavior in buildings - a lighting control case study”, *eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction: Proceedings of the 6th European conference on product and process modeling*, p. 309-316, Taylor & Francis Group.