

IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS SINGULARES DE UNA CASA TRADICIONAL ASTURIANA Y ANÁLISIS DE SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA MISMA

LAGE CAL, Susana⁽¹⁾; FOLGUERAS DÍAZ, María Belén⁽¹⁾

ALONSO HIDALGO, Manuela⁽¹⁾. LUENGO GARCÍA, Juan Carlos⁽¹⁾

lagesusana@uniovi.es

⁽¹⁾Universidad de Oviedo, Departamento de Energía, Área de Máquinas y Motores

RESUMEN

El sector residencial es responsable, en España, del 17% del consumo final de energía y del 25% de la demanda de energía eléctrica [1]. Además, en todas las áreas geográficas del país, la calefacción es el elemento más exigente, llegando a representar el 47% del consumo energético de una vivienda estándar [2]. En semejante contexto, resulta fundamental definir las condiciones de confort térmico suficientes para asegurar la habitabilidad de los edificios de uso residencial y trabajar en su obtención, a partir de la fase de diseño.

En el caso que nos ocupa, el objetivo pasa por evaluar la contribución al comportamiento térmico de un inmueble de unos elementos que se encuentran en muchas casas tradicionales asturianas: **las galerías**.

Para ello, se eligió una vivienda unifamiliar de tres plantas, situada en Avilés (Asturias) y se siguió una **metodología de estudio de caso**.

Haciendo uso del programa **TRNSYS 17**, se modelizó el comportamiento térmico del interior de una de las galerías de la mencionada residencia, durante un periodo de 12 h. De este modo fue posible obtener datos de la evolución de la temperatura del aire en dicho espacio, que se validaron comparándolos con registros experimentales correspondientes al mismo intervalo de tiempo.

Finalmente, se llevaron a cabo nuevas modelizaciones de la conducta térmica del espacio estudiado, tanto sin ninguna galería, como con la galería dispuesta según una orientación menos favorable. En ambos casos fue posible concluir que, tanto la existencia como la orientación óptima de las galerías mejoran significativamente el aprovechamiento de la energía solar, viéndose de ese modo reducidas las necesidades de calefacción.

Palabras clave: Galería, TRNSYS 17, confort térmico

1. Introducción

En un entorno de recursos limitados y población creciente como es el actual, la minimización de los consumos energéticos ha pasado de ser una política recomendable a una necesidad imperiosa. Además, los cambios ocurridos en el estilo de vida de gran parte de la población mundial han llevado a que un número creciente de personas pasen más y más tiempo en el interior de los edificios, donde no solo se duerme, si no que también se trabaja e incluso se disfruta del ocio.

De manera que, durante las horas de ocupación, es necesario garantizar unas **condiciones de confort térmico suficientes** para el correcto desempeño de las actividades de las que se trate. Y hacerlo **minimizando los consumos energéticos a lo largo de toda la vida útil del inmueble**.

Para ello, es necesario conocer tanto el comportamiento térmico inherente al diseño de los edificios como las ventajas (o desventajas) que pueda llevar aparejada la incorporación de cada elemento, material o técnica constructiva. La herramienta empleada para conseguir dichos objetivos en el trabajo actual es la modelización con **TRNSYS 17** y la metodología es la del **estudio de caso**.

Otros investigadores han actuado de la misma manera para refrendar sus hipótesis. Así, F. Reda y col, 2015 [3], J. Terés-Zubiaga y col, 2015 [4], C. Buratti y col [5 y 8], G. Pernigotto y col [6], A. Synnefa y col, 2012 [7], D. Toguyeni y col [9], J. Bavan y col [10] y M. K. Otroni y col [11] combinaron la toma de datos experimentales con la simulación del comportamiento térmico en régimen transitorio de diferentes edificios. Desafortunadamente, cualquier resultado obtenido de esta manera solo es aplicable al caso particular en cuestión y no puede ser extrapolable.

2. Objetivos

En un clima atlántico como es el de Asturias (con temperaturas invernales razonablemente suaves y altos índices de humedad) las necesidades energéticas medias debidas a la calefacción, en una vivienda unifamiliar estándar, son de 0,799 tep [12].

En las casas tradicionales asturianas, parte de esa energía es de origen solar y se aprovecha haciendo uso de las **galerías**. Éstas son estructuras acristaladas y cerradas, orientadas al sur, construidas en el primer piso del inmueble y que, con frecuencia, están dispuestas formando un voladizo sobre la planta baja.

En el pasado, la estructura portante de las galerías se construía en madera de roble (debido tanto a sus buenas condiciones mecánicas como a sus propiedades como aislante térmico), mientras que, para la envolvente, se empleaban maderas más ligeras y vidrios sencillos. A lo largo del tiempo se han ido incorporando nuevos materiales y, así, las galerías de la casa objeto de nuestro estudio están soportadas por vigas de acero y presentan una envolvente de aluminio-madera con doble acristalamiento.

Durante las horas del día de los meses más fríos del año, el aire que está en el interior de una galería (por este motivo, convenientemente orientada al sur) se calienta, como si de un invernadero se tratase. Abriendo las puertas que comunican con la vivienda, se establecen una serie de corrientes de convección, que actúan como mecanismos de transmisión del calor y sistema de calefacción natural de la casa.

El objetivo del presente documento pasa por **evaluar el efecto de la incorporación de las galerías y la orientación de las mismas al comportamiento térmico de un inmueble**, abriendo camino a trabajos futuros.

3. Método de trabajo

Se ha elegido una vivienda unifamiliar sita en Avilés (Asturias) y caracterizada (entre otras cosas) porque, en su primera planta, no existe ningún otro tipo de calefacción que la proveniente de la disposición de dos galerías.

Tal y como puede verse en la Figura 1, la ordenación urbana de la zona y la disposición del vial que pasa por delante de la fachada de la casa impiden que las galerías estén estrictamente dispuestas al sur. Así, una de ellas, está en la fachada suroeste (SO) (Figura 2) y otra en la fachada sureste (SE) (Fig 3).

Por otro lado, las características y la ubicación de la casa (independiente, rodeada por una finca sin árboles altos y separada por un vial de los edificios de enfrente) son ciertamente favorables al aprovechamiento de la energía solar.

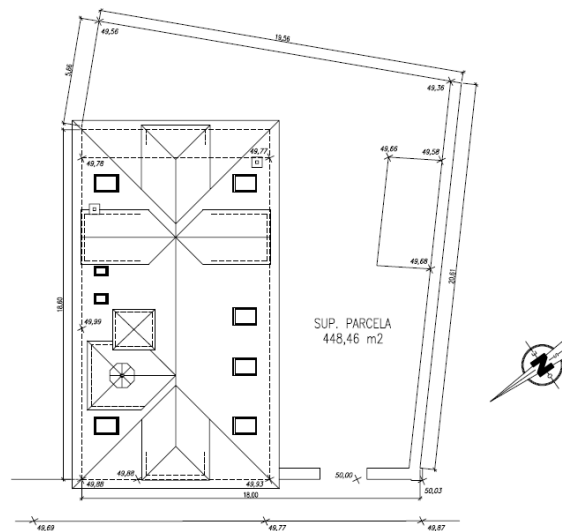


Figura 1: Parcela y situación

Ambas galerías presentan una estructura en voladizo, portada por las vigas de los forjados del primer piso. Esta disposición es común en las casas tradicionales asturianas, en las que las galerías están generalmente, sobre una puerta. De este modo, se obtiene el beneficio añadido de un espacio protegido de la lluvia, a la entrada de la vivienda.



Figura 2: Galería fachada SO



Figura 3: Galería fachada SE

El comportamiento térmico de un inmueble es un asunto muy complejo y susceptible de ser abordado desde muchos ángulos. Pero, a efectos de simplificación, en esta ocasión, el trabajo se ha limitado a un único parámetro: la temperatura del aire en el interior (T_{aire}).

En cuanto a la elección del programa, se ha optado por **TRNSYS 17** debido a sus capacidades para modelizar regímenes transitorios.

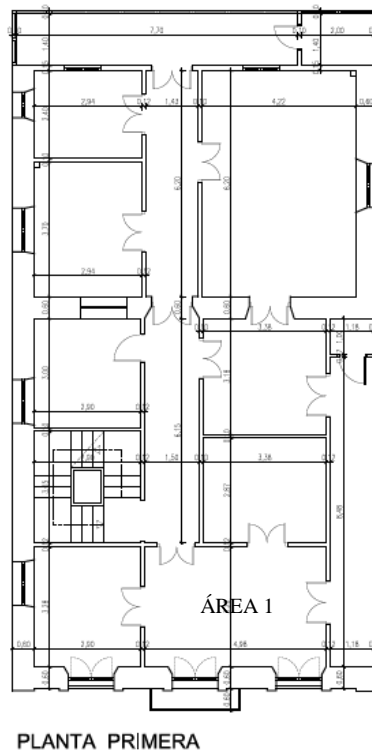


Figura 4: Disposición Planta Primera

3.1. Validación de la modelización con TRNSYS 17

Para poder dar por buenas las modelizaciones realizadas con **TRNSYS 17** es necesario comprobar que los resultados obtenidos con el programa (concretamente, la evolución de la temperatura del aire (T_{aire}) frente al tiempo (t)) realmente corresponden a la realidad.

En el caso que nos ocupa, dicha comprobación se ha llevado a cabo registrando la T_{aire} a lo largo de un periodo de tiempo de 12 h en un “espacio de estudio” y comparando dichos valores con los resultados de una modelización hecha con **TRNSYS 17**, para el mismo espacio y el mismo periodo de tiempo. El “espacio de estudio” elegido es la **galería SO (con puerta de acceso y ventanas cerradas)**, el periodo de tiempo va desde las 8:15 h del 10/03 de 2015 hasta las 20:15 h del mismo día y los resultados obtenidos están recogidos en las Figuras 5 y 6.

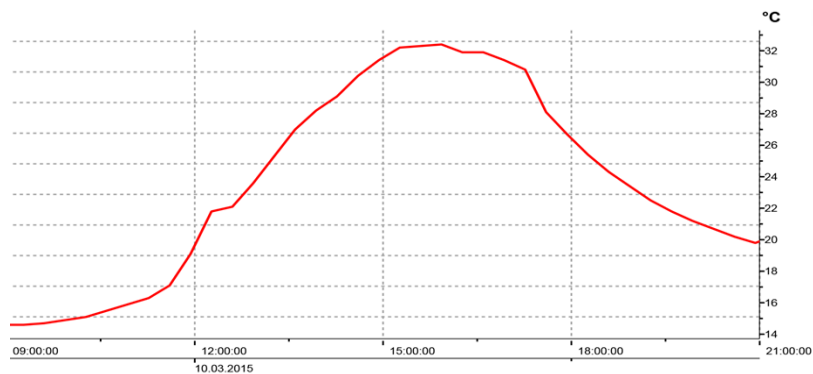


Figura 5: Evolución $T_{\text{aire}/t}$ en la galería SO, a lo largo de 12h del día 10/03/2015

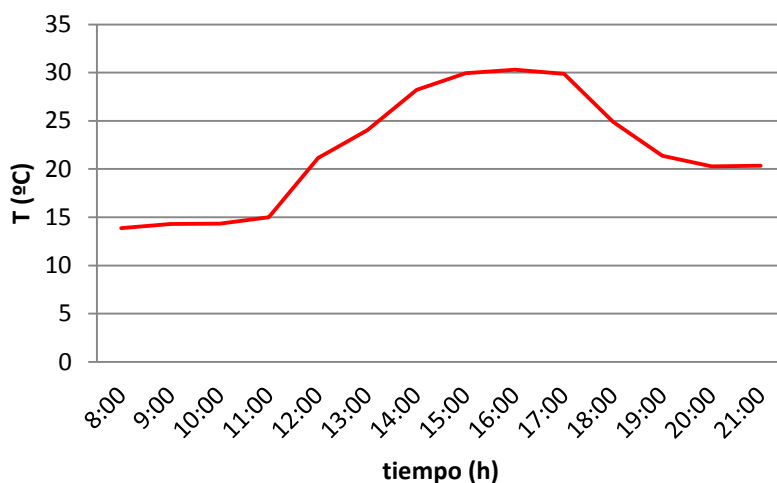


Figura 6: Evolución $T_{\text{aire}/t}$ en la galería SO, según simulación con TRNSYS 17, a lo largo de 12h del día 10/03/2015

Tal y como puede verse en la Figura 5, el aire en el interior de la **galería SO** alcanza un máximo de 32,40 °C a las 15:56 h y un mínimo de 14,60 °C a las 8:15 h. Dado que las temperaturas máxima y mínima registradas, para ese mismo día, en la estación meteorológica más cercana¹ son 15,3 °C a las 13:40 h y 7,9 °C a las 23:30 h, los datos parecen corroborar el comportamiento descrito del aire en el interior de las galerías.

En cuanto a la modelización con TRNSYS 17, ésta se ha llevado a cabo tratando la galería SO como una única zona térmica, completamente aislada del resto del edificio (sin infiltración de aire ni ventilación). Tal y como puede verse en la Figura 6, los resultados así obtenidos no difieren nunca de datos experimentales en más de un 8% lo que, dadas las simplificaciones que se han tenido que hacer para configurar el modelo, puede considerarse como muy satisfactorio.

¹ Santiago del Monte-Aeropuerto de Asturias

3.2. Influencia de la presencia y orientación de las galerías en la temperatura del aire. Modelización con TRNSYS 17

Dada la disposición interna del primer piso de la casa (con pasillos, acceso a una escalera que comunica las tres plantas y habitaciones que se abren unas a otras), no resulta fácil evaluar la influencia de las dos galerías en la T_{aire} del interior. De manera que se ha optado por elegir una configuración más pequeña, a la que pueda darse el tratamiento de zona térmica, llamada **Área 1** (ver Figura 5). Se trata de una habitación orientada a la fachada principal, comunicada con la galería SO a través de una puerta de doble hoja y separada de la misma por un tabique sencillo de 12 cm de espesor.

Una vez establecido el *espacio de trabajo*, el siguiente paso es asignarle las configuraciones que se desee evaluar (tres, en este caso) y estudiar el comportamiento térmico en régimen transitorio de cada una de ellas.

A efectos de modelización, se ha considerado que no existe ningún intercambio (ya sea de materia o de energía) entre el **Área 1** y el resto de la planta. Del mismo modo, se ha elegido un paso de tiempo de 1 h y un intervalo temporal de una semana (más concretamente, la primera semana de julio²).

Dada la disposición de la vivienda, la ausencia de toldos y balcones y el pequeño tamaño de los aleros, no ha sido necesario definir *elementos de sombra*.

Los parámetros representados en las gráficas son dos: La T_{aire} , evaluada en un nodo del interior de **Área 1** (de color azul) y la T_{ambiente} del aire en el exterior (de color rojo e independiente de la configuración elegida).

Área 1, sin la galería SO

Se mantiene la disposición real existente, pero sin la galería SO. El muro que separa ambas estancias deja de ser considerado un muro de separación y pasa a ser tratado como un muro de carga exterior.

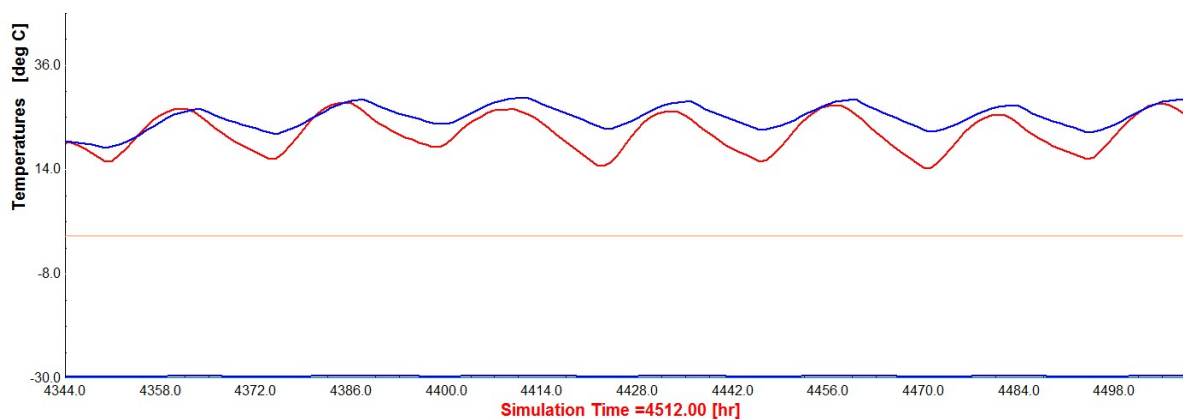


Figura 7: Evolución T_{aire}/t y T_{amb}/t , según simulación con TRNSYS 17, a lo largo de la primera semana de julio. Área 1 sin galería SO

Área 1, con la galería SO

Esta disposición es la que está más cerca de la realidad, ya que incorpora la galería SO. Sin embargo, dado que se prescinde del resto de la planta (que sí existe en la realidad), los resultados obtenidos no pueden tomarse, ni mucho menos, como aplicables al primer piso completo.

² Se ha elegido un mes cálido para maximizar el calentamiento del aire en el interior de las galerías.

El tratamiento que se le da, en el TRNSYS 17, a la galería SO, es el de una zona térmica anexa a la del Área 1.

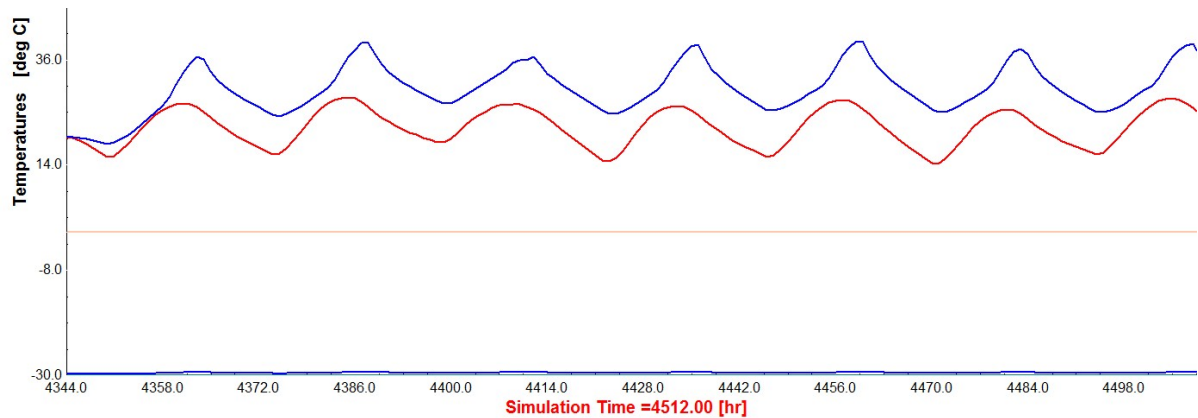


Figura 8: Evolución T_{aire}/t y T_{amb}/t , según simulación con TRNSYS 17, a lo largo de la primera semana de julio. Área 1 con galería SO

Área 1 dispuesta al NE y galería dispuesta al NO

Disposición similar a la anterior, excepto por la orientación: se presenta girada 90°. Las dos ventanas del Área 1 (que inicialmente daban al vial de delante de la casa) están ahora en la fachada NE y la galería, en la fachada NO.

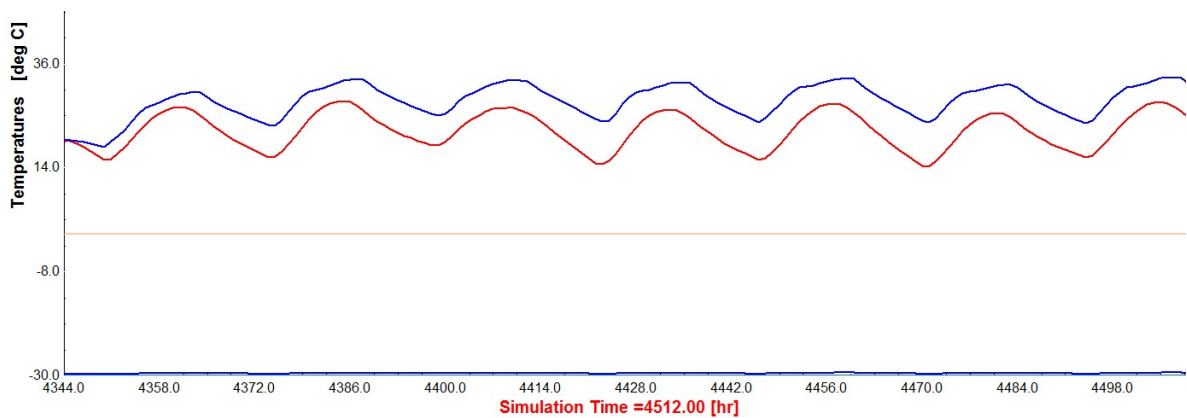


Figura 9: Evolución T_{aire}/t y T_{amb}/t , según simulación con TRNSYS 17, a lo largo de la primera semana de julio. Área 1 al NE, con galería al NO

4. Resultados alcanzados

Partiendo de una T_{ambiente} que oscila entre un mínimo de 15 °C y un máximo de 26 °C (según sea de día o de noche), la evolución de la T_{aire} en el interior del **Área 1**, ha demostrado (según las simulaciones hechas con TRNSYS 17) una conducta semejante a la esperada.

Así, para el caso de **Área 1, sin la galería SO**, la T_{aire} apenas supera los valores máximos de la T_{ambiente} ($T_{\text{aire max}} = 27^{\circ}\text{C}$), llegando incluso a quedarse por debajo durante pequeños intervalos de tiempo. Sin embargo, los valores mínimos de T_{aire} ($T_{\text{aire min}}=20^{\circ}\text{C}$) sí que son significativamente más altos que los de T_{ambiente} , dando lugar a una curva (T_{aire}/t) mucho más suave.

Esto se debe a que las únicas vías de entrada de energía solar son dos ventanas, de buen tamaño, pero orientadas al NO (sobre el vial), de manera que apenas reciben radiación solar directa. Además, existe una inercia térmica importante, tanto real (la casa se soporta sobre muros de carga perimetrales) como estimada (para la modelización se han considerado las paredes del Área 1 como muros exteriores).

La presencia de las galerías hace cambiar significativamente esta situación. Así, según el segundo modelo (**Área 1, con la galería SO**) la T_{aire} crece significativamente, aunque más para sus valores máximos ($T_{\text{aire max}} = 39^{\circ}\text{C}$) que para los mínimos ($T_{\text{aire min}}^3=24^{\circ}\text{C}$).

Incluso el tercer modelo (**Área 1 dispuesta al NE y galería dispuesta al NO**), que parte de una orientación muy desafortunada, presenta resultados de T_{aire} que superan claramente los de la T_{ambiente} . En este caso, tanto los máximos como los mínimos presentan un crecimiento parejo ($T_{\text{aire max}} = 22^{\circ}\text{C}$ y $T_{\text{aire min}}=33^{\circ}\text{C}$), dando lugar a una gráfica T_{aire}/t prácticamente paralela a la T_{ambiente}/t .

5. Conclusiones

A tenor de los resultados obtenidos, es posible concluir que la presencia de galerías contribuye significativamente al mejor aprovechamiento de la energía solar térmica. Obviamente, dicho aprovechamiento será tanto mayor cuanto mejor orientadas estén pero, incluso estando mal situadas, tiene lugar un salto térmico susceptible de ser aprovechado.

En esta cuestión, un buen desempeño no pasa tanto por elevar mucho la $T_{\text{aire max}}$ en un cierto punto (lo que puede ser incluso contraproducente, según criterios de confort térmico), si no por aumentar la $T_{\text{aire min}}$ en la totalidad del espacio habitacional. La metodología tradicional para transmitir el calor (consistente en abrir la puerta de la galería y permitir que éste se transmita por conducción y convección del aire caliente) es sencilla y barata, pero difícil de controlar y poco efectiva para calentar grandes salas.

De manera que una **línea de trabajo futuro** podría ser el diseño de un sistema de calefacción basado en el aprovechamiento de la energía solar térmica a través de las galerías, para una casa no necesariamente tradicional. Buscando una mayor eficacia, éste tendría que combinarse con una distribución de los espacios en el interior de la vivienda que facilitarían la circulación del aire caliente o, incluso, con un sistema de ventilación forzada de apoyo.

³ Al hablar de $T_{\text{aire min}}$ se descarta el valor inicial o de partida.

6. Referencias

- [1] *Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe final.* PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. 2011. Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético: IDAE
- [2] Consumos del Sector Residencial en España. Resumen de información básica. Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético: IDAE
- [3] REDA, F., LAITINEN, A. Different strategies for long term performance of SAGSHG to match residential energy requirements in a cold climate. *Energy and Buildings*, 2015, vol. 86, pp. 557-572.
- [4] TERÉS-ZUBIAGA, J., CAMPOS-CELADOR, A., GONZÁLEZ-PINO, I., ESCUDERO-REVILLA, C. Energy and economic assembly of the envelope retrofitting in residential buildings in the North of Spain. *Energy and Buildings*, 2015, vol. 86, pp. 194-202.
- [5] BURATTI, C., BELLONI, E., PALLADINO, E. Evolutive Housing System. Refurbishment with new technologies and unsteady simulations of energy performance. *Energy and Buildings*, 2014, vol. 74, pp. 173-181
- [6] PERNIGOTTO, G., PRADA, A., CÓSTOLA, D., G., GASPARELLA, A., HENSEN, J. Multi-year and reference year weather data for building energy labeling in North Italy climates . *Energy and Buildings*, 2014, vol. 72, pp. 62-72
- [7] SYNNEFA, A., SALIARI, M., SANTAMOURIS, M. Experimental and numerical assessment of the impact of increased roof reflectance on a school building in Athens. *Energy and Buildings*, 2012, vol. 55, pp. 7-15.
- [8] BURATTI, C., MORETTI, E., BELLONI, E., COTANA, F., *Unsteady simulation of energy performance and thermal comfort in non-residential buildings.* *Building and Environment*, 2012, vol. 59, pp. 482-491.
- [9] TOGUYENI, D. Y. K., COULIBALY, O., OUEDRAOGO, A., KOULIDIATI, J., DUTIL, Y., ROUSSE, D. *Study of the influence of roof insulation involving local materials on cooling loads of houses built of clay and straw.* *Energy and Buildings* 2012, vol. 50, pp. 74-80.
- [10] BAVAN, J., DAY, T. Performance evaluation of the Centre for Efficient and Renewable Energy in Buildings. *ASHRAE* 2012, vol. CH-12, pp. C061.
- [11] OTRONI, M. K., GOWREESUNKER, B. L., GIRIDHARAN, R. *Cool roof technology in London: An experimental and modeling study.* *Energy and Buildings* 2011, vol. 32, pp. 96-97.
- [12] Consumos del sector residencial en España. Resumen de Información Básica 2011. Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético: IDAE