

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA FAMILIAR CON DIFERENTES MATERIALES MEDIANTE “TRNSYS” EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES

Sogari, N.¹, Busso, A. J.¹, Baranda, L. D.^{1,3}, Arq. Luciano F.², Arq. Pisarello Y.², Arq. Sánchez Soloaga I.², Arq. Ibarra A.²

¹G.E.R – Grupo en Energías Renovables – FaCENA – U.N.N.E.
Campus Libertad – Av. Libertad 5460 – 3400 Corrientes Argentina.

Tel: +54 3783 473931 int. 129 / Fax: +54 3783 473930/ e.mail: / noemisogari@gmail.com- ajbusso@gmail.com

²Centro de Experimentación de Tecnologías Apropriadas. (CETA)
Intituto de Vivienda de Corrientes Argentina.

³Estudiante Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNNE - ldbaranda@hotmail.com

RESUMEN: Apelando a publicaciones desarrolladas sobre el monitoreo experimental y simulación dinámica con los programas informáticos TRNSYS y SIMUSOL, a través de los cuales se evaluó el comportamiento térmico de un prototipo unifamiliar de madera construido por el In.Vi.Co (Instituto de Viviendas de Corrientes). En este trabajo se desarrolla la aplicación y evaluación preliminar a través del programa informático TRNSYS en el mismo prototipo de vivienda con diferentes materiales “suelo cemento y placas de ladrillo”, utilizando para ello una sub rutina llamada Prep, el que permite crear nuevos materiales. Los resultados obtenidos permiten demostrar la eficiencia del programa informático TRNSYS para evaluar el comportamiento térmico de diferentes materiales en un mismo prototipo vivienda en la etapa de diseño, y confrontar valores de confort.

Palabras clave: arquitectura sostenible, simulación dinámica, proceso proyectual

INTRODUCCIÓN Y CONSIDERACIONES PREVIAS

En la República Argentina más precisamente en la Provincia de Corrientes, nos encontramos trabajando en la simulación de prototipos de viviendas para mejorar el comportamiento higrotérmico de las mismas, para mejorar la calidad de vida de los sujetos que las habitarán, manejando los recursos naturales, y disminuyendo el consumo de energías no renovables.

Para ello se construyeron viviendas experimentales con diferentes materiales en sus cerramientos verticales “Madera, Placas de Ladrillo, Suelo Cemento”.

Debido a la inercia térmica de estos materiales hemos podido apreciar su comportamiento térmico, y lo aplicamos a través de simulaciones con el programa informático TRNSYS a un mismo prototipo de vivienda, elaborado por el Centro de Experimentación de Tecnologías Apropriadas (C.E.T.A.) del In.Vi.Co.

En un trabajo anterior, “Análisis del Comportamiento Térmico de un Prototipo de Vivienda Familiar de Madera” (Sogari et al., 2006), se presentaron los datos experimentales obtenidos durante el monitoreo con sensores testigos del comportamiento térmico de un prototipo de vivienda prefabricada de madera construido por el Instituto de Viviendas de Corrientes (In.Vi.Co.), en el marco del Convenio de Asesoramiento y Asistencia Técnica existente entre el Instituto y el GER Grupo de Energías Renovables del Área de Física Aplicada de la Facultad de Ciencias Exactas (FaCENA). Estos datos se compararon con el comportamiento predicho a partir de simulaciones realizadas con dos programas, TRNSYS 15 (Solar Energy Laboratory, 2004) y SIMUSOL (Saravia L., Alias D., 2004).

En el presente trabajo tenemos como objetivo la simulación del mismo prototipo de vivienda con diferentes materiales, observando el comportamiento térmico de la vivienda. De este modo determinar cuál es el material más apropiado para nuestra región, debido a que contamos con los datos de nuestro microclima.

Para realizar las simulaciones se consideró a la vivienda ocupada por dos personas en los dormitorios, y cuatro en el estar comedor, asimismo se tuvo en cuenta la apertura y cierre de puertas y ventanas que permiten renovar el aire como así también el aporte de calor que nos proporciona el aire, para dar mayor realismo.

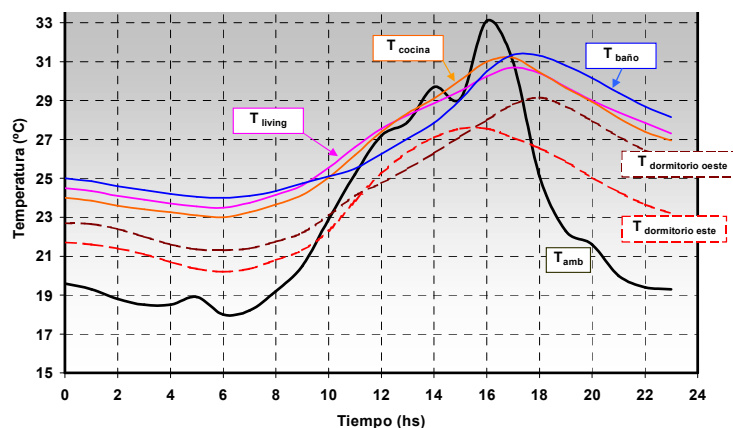


Figura 1: Curvas de temperatura experimentales para los diferentes ambientes. (Sogari et. al, 2006).

Monitoreo Experimental. En el trabajo antes mencionado (Sogari et al., 2006), se encuentra la descripción detallada del monitoreo experimental de la vivienda prefabricada tomada como tema de estudio, la cual se construyó en el Centro de Experimentación de Tecnologías Apropriadas N.E.A. – Litoral, en la ciudad de Corrientes. Consta de una superficie cubierta total de 45 m², dos dormitorios, una sala de estar – comedor, cocina y baño, techo a dos aguas de chapa de zinc ondulada de 17,46° de pendiente y cielorraso siguiendo la pendiente del techo. Las paredes interiores y exteriores son tabiques de madera, a ambos lados con aislamiento interior de lana de vidrio de 0.05m de espesor las exteriores, y las interiores sin aislación. El techo tiene mayor espesor de material aislante. La Figura 1 presenta la evolución de las temperaturas medias de los diferentes ambientes de la vivienda para el día 5 de mayo del 2005. Observándose un desfase de tres horas aproximadamente en la ocurrencia del máximo de temperatura para los dormitorios Este y Oeste respectivamente. Se aprecia también que, al estar los dormitorios orientados con una de sus caras hacia el Sur, presentan menores temperaturas respecto a los ambientes que dan al Norte.

Modelización de la Vivienda con TRNSYS

Descripción Geométrica del Prototipo. Proporcionada por el Centro Experimental de Tecnologías Apropriadas del IN.VI.CO. Sup. Aprox.: 45 m² - Dos Dormitorio - Sala de Estar Comedor - Cocina - Baño - Techo: A dos Aguas, Pendiente 17°.

Prototipo de Madera

Tecnología: Sistema Prefabricado, paneles portantes multicapas e: 0.10m, con bastidor y machimbre de pino elliot de 1” (ext.) y ½” (int.) de espesor. Aislación Térmica con lana de vidrio de 1”. Terminación en esmalte sintético color claro.
Cubierta: Chapa galvanizada N° 24 con estructura a la vista de pino e: 0.25m; con aislación termo-hidrófuga: lana de vidrio con papel Kraft e: 1”.
Carpintería: madera dura con hojas de abrir y vidrios transparentes de e: 4mm.
Piso: platea de suelo cemento con carpeta de cemento alisado. (Figura 2)

Prototipo de Placas de Ladrillo

Tecnología: Sistema semi-prefabricado, placas armadas portantes de ladrillos comunes, e: 0.06m final, muros ext. placas dobles de 0,17m final con cámara de aire; muros int.: placas simples e: 0,07m (tipo sistema Beno).
Cubierta: Chapa galvanizada N° 24 con estructura a la vista de pino e: 0,25m; con aislación termo-hidrófuga: lana de vidrio con papel Kraft e: 1”.
Carpintería: madera dura con hojas de abrir y vidrios transparentes de e: 4mm.
Piso: platea de suelo cemento con carpeta de cemento alisado. (Figura 3)

Prototipo de Suelo Cemento

Tecnología: Sistema In Situ, monolítico de 0,15m de espesor.
Cubierta: Chapa galvanizada N° 24 con estructura a la vista de pino e: 0,25m; con aislación termo-hidrófuga: lana de vidrio con papel Kraft e:1”.
Carpintería: madera dura con hojas de abrir y vidrios transparentes de e: 4mm.
Piso: platea de suelo cemento con carpeta de cemento alisado. (Figura 4)



Figura 2: Vivienda Experimental de Madera Figura 3: Viv. Experimental de Placas de Ladrillo Figura 4: Viv. Experimental de Suelo Cemento

Análisis de Radiación Solar sobre las diferentes Superficies

El sol comienza a incidir sobre las superficies aproximadamente a de las 5:15hs de la mañana, aumentando velozmente la T° de la Pared Este con un máximo de radiación de 1720kj/m².
Con el paso de las horas el sol deja de incidir directamente sobre la superficie Este provocando que esta acuse descenso de T°. Al disminuir la radiación sobre la superficie Este, comienza a aumenta la radiación en la pared Norte provocando aumento en su temperatura llegando a un máximo de radiación de 3767kj/m² entre las 11 y las 12 hs. En este punto los rayos solares inciden directamente en la Superficie Oeste, elevando la temperatura de dicha pared, con un máximo de radiación de 1610 kj/m² a las 15hs.
La Pared Sur en comparación con las anteriores, tiene una temperatura baja, debido a que la radiación que incidir sobre esta superficie solo registra entre las 11 y 12 hs 1283 kj/m².
A partir de las 17:35hs, la T° de las paredes Norte, Sur, Este y Oeste se mantienen constantes; descendiendo violentamente a partir de las 18:20hs. (Figura 5)

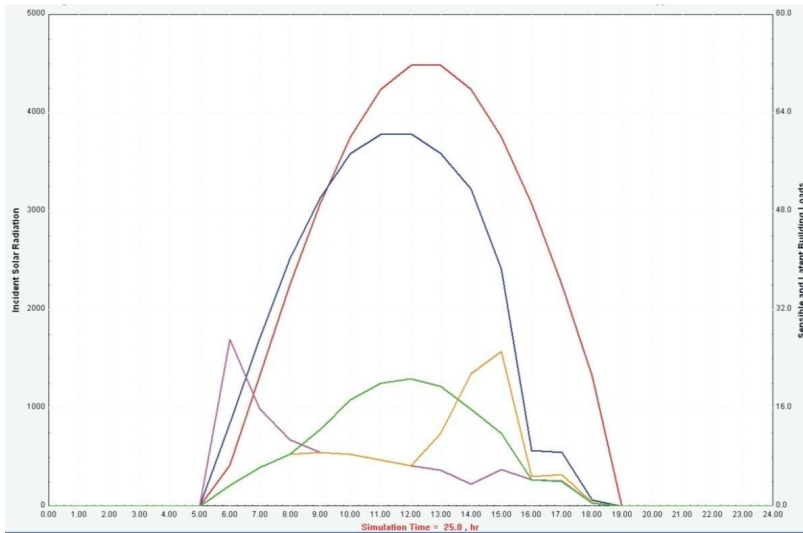


Figura 5: Curvas de radiaciones y temperaturas experimentales para los diferentes ambientes.

Análisis de los Diferentes Materiales a Emplear.

Los materiales y sistemas tecnológicos utilizados en las simulaciones fueron elegidos por poseer la provincia de Corrientes, con zonas donde el suelo es apto para el empleo de suelo cemento; y el ladrillo es abundante y de calidad. En términos económicos y culturales redundaría en la mengua de costos de construcción, y la identidad propia de la vivienda.

Suelo Cemento: Los suelos en su mayoría poseen altos porcentajes de arena y baja plasticidad, presumiéndose su aptitud para la aplicación de los mismos como material de construcción, buscando las dosificaciones más convenientes en laboratorio. Estudios determinan que el 57% son suelos granulares, de los cuales el 53% está compuesto por grava y arena limosa; el 13% son limosos; y el 28,2% son arcillosos. El suelo como material de construcción es conocido desde la arquitectura guaranítica, así como también sus bondades desde el punto de vista económico y de confort interior. En nuestra región se ha empleado la tierra en la ejecución de muros y techos de viviendas rurales desde la época colonial, como resultado del proceso de sistemas de la integración de la cultura europea e indígena.

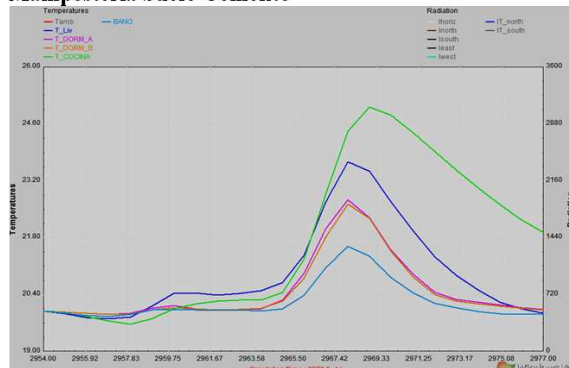
El solo uso de tierra en la ejecución de viviendas, provoca inestabilidad debido a los altos niveles pluviométricos de nuestra zona, por lo que será estabilizado con el agregado de cemento.

La utilización de suelo cemento se sugiere para las zonas con importante grado de inaccesibilidad.

Placas de Ladrillos Comunes: El ladrillo común es el material más usado en la construcción en nuestra provincia. Con importantes antecedentes desde la época de la colonia y post-colonia, tanto en el orden tecnológico como en el productivo. Con la existencia de muchas ladrilleras instaladas a la vera de los ríos y arroyos. Las tecnologías actuales no han logrado desplazarlo de la construcción popular, aunque su actual modo de producción no racionalizada compromete sus características intrínsecas. Pese a su abandono social ha logrado trascender en el tiempo gracias a la fácil obtención de la materia prima, el procesamiento sencillo “sin mayores costos” y a la aceptación cultural de la población.

Resultados de Análisis Térmico del Prototipo de Vivienda con Suelo Cemento y Placas de Ladrillo.

Mampostería Suelo Cemento



Mampostería De Placas de Ladrillo

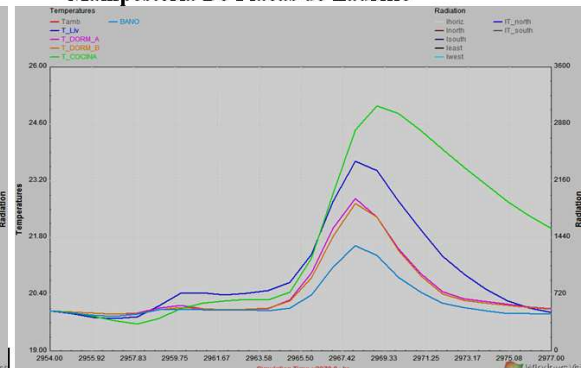


Figura 1: Curvas de temperatura experimental para los diferentes ambientes.

Comparando ambos gráficos de temperaturas se puede apreciar que:

Las temperaturas máximas interiores son similares, existiendo un retardo de una hora noventa minutos entre el modelo de suelo cemento y el de placas de ladrillo. Demostrando que las placas de ladrillos retardan el aumento de temperaturas interiores. Tomando como ejemplo el ambiente cocina podemos decir que su temperatura máxima de 24,80 °C se produce a las 13:30 hs, mientras que con el de placas de ladrillos su temperatura máxima de 25,04 °C se produce a las 15:20 hs.

| PLACAS DE LADRILLO | °C | kJ/m ² |
|--------------------|-------|-------------------|
| Cocina | 25,04 | 2969,24 |
| Living | 23,69 | 2968,13 |
| Dormitorio B | 22,63 | 2967,32 |
| Dormitorio A | 22,76 | 2967,32 |
| Baño | 21,61 | 2967,24 |

| SUELO CEMENTO | °C | kJ/m ² |
|---------------|-------|-------------------|
| Cocina | 24,80 | 2967,42 |
| Living | 23,60 | 2966,99 |
| Dormitorio B | 22,73 | 2968,37 |
| Dormitorio A | 22,58 | 2968,37 |
| Baño | 21,61 | 2967,24 |

Cuadro 1: Resultados de temperaturas y radiaciones máximas de los dos modelos y de diferentes ambientes.

RENDIMIENTO DEL PROGRAMA TRNSYS

Con la metodología de simulación dinámica de la herramienta informática TRNSYS, se comprueba el amplio campo de posibilidades existente al momento de evaluar el comportamiento térmico de la vivienda según las diferentes fuentes de flujo calórico, lo que permite optimizar el comportamiento en cada zona, seleccionando y testeando varios materiales para un mismo prototipo.

Una vez realizada la descripción geométrica del modelo se realiza todo tipo de cálculos y modificaciones, ingresando y editando datos en forma progresiva, a medida que se ajusta el diseño, en forma rápida y eficaz. El ingreso de datos no es tarea sencilla, pues se debe efectuar en forma de códigos numéricos complejos. El mayor beneficio es la exactitud de los cálculos y resultados, lo que permite compararlos con monitoreo experimental.

CONCLUSIONES

Esta herramienta informática "TRNSYS" indicó que la variación de los materiales de la envolvente permite retardar y disminuir las temperaturas máximas interiores, debido a la resistencia térmica de estos materiales. Incorporando en el diseño galerías y proyección de aleros, para protección de los paramentos, se logró una menor ganancia de calor. Las cuales redundarían en confort higrotérmico y disminución de consumo energético. El paramento multicapas y con cámara de aire es el que mejor se comporta para nuestra zona.

TRNSYS constituye una herramienta muy útil en el aspecto energético de la edificación, como apoyo a las decisiones de diseño con resultados rápidos en el proceso proyectual, posibilitando la valoración de opciones en las fases preliminares del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] TRNSYS User's Manual, Solar Energy Laboratory. University of Wisconsin – Madison, 1994.
- [2] SIMUSOL – Simulador de Sistemas Solares. Saravia Luis, Alías Dolores. 2004
- [3] Knigh, K.M., Klein, S.A. and Duffie, J.A., "A methodology for the Synthesis of Hourly Weather Data", Solar Energy, 1991.
- [4] Knight, K.M, "Development and Validation of a Weather Data Generation Model", MSc. Thesis. University of Wisconsin - Madison, 1988.
- [5] Duffie-Beckman. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley. N.Y.
- [6] Millan M. y Martín E. (1995). Available solar exergy in an absorption cooling process. Solar Energy 56, 6, 505-512.
- [7] Duffie J. A. y Beckman W. A. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes, 2ª edición, pp. 54-59. Wiley Interscience, New York.
- [8] Duffie J. A. y Beckman W. A. (1991). Solar Engineering of Thermal Processes, 2ª edición, pp. 54-59. Wiley Interscience, New York.
- [9] Sogari N., Busso A., Boutet Ma. L., Baranda L. (2006) Análisis del Comportamiento Térmico de un Prototipo de Vivienda Familiar de Madera. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA) Vol. 10. ISSN 0329-5184. Argentina.

ABSTRACT

Appelling to publications developed to the experimental monitoring and dynamic simulation with TRNSYS software and SIMUSOL, through which we evaluated the thermal performance of a detached wooden prototype built by In.Vi.Co (Institute of Housing Corrientes). In this paper we develop the application and preliminary evaluation through the TRNSYS software prototype in the same house with different materials "soil cement, brick plates", using a sub routine called Prep, which allowed to create new materials because we did not have them in the library of program materials. The results allow us to demonstrate the efficiency of the computer program TRNSYS heat to correct level with different materials in a house in the same prototype design stage, so we can reach the value of comfort.

Keywords: solar energy, technology and education.