

Tema 1 - Arquitectura y hábitat construido

(cuadro de texto)

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TERMICO-ENERGETICO DE VIVIENDAS EN TUCUMAN

Calibri 12 negrita, mayúscula

Dos espacios en blanco con tamaño 11

Cecilia Martínez Calibri 11 negrita

Centro de Estudios Energía, Habitabilidad y Arquitectura Sustentable (CEEHAS)
Instituto de Acondicionamiento Ambiental (IAA), Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Univ. Nacional de Tucumán. Av. Roca 1900, S.M. de Tucumán, CP 4000, Tucumán.

www.ceehas.org.ar (54) (381) 4364093, interno 114 . E mail

cmartinez@herrera.unt.edu.ar Calibri 11

Dos espacios en blanco con tamaño 11

RESUMEN: Se exponen algunos resultados obtenidos de estudios de comportamiento térmico realizados sobre la envolvente de edificios de vivienda de densidad media, construidos en San Miguel de Tucumán, zona de clima cálido-húmedo. El objetivo del trabajo fue determinar el mencionado comportamiento de los tipos constructivos de cerramiento exterior de uso más frecuente, tanto en obras públicas como privadas, a fin de verificar su adecuación al clima local y su efectividad para brindar condiciones de confort. A partir de softwares de cálculo se determinaron los balances energéticos considerando diferentes condiciones de diseño, orientación, soluciones constructivas, características de las superficies vidriadas, entre otros. Los resultados alcanzados permitieron determinar pautas de diseño concionantes del comportamiento térmico global del edificio, así como cuantificar la inversión necesaria a realizar para construir una envolvente opaca exterior con mayor eficiencia energética. **Textos: Calibri 11**

Entre párrafos un espacio en blanco con tamaño 11

Palabras clave: Calibri 11 negrita, minúscula Energía. Confort. Diseño. Vivienda.

INTRODUCCIÓN Títulos: Calibri 11 negrita, mayúscula

Un espacio en blanco antes y después de títulos

Las obras, públicas y privadas, destinadas a vivienda componen hoy en día una parte importante de las construcciones desarrolladas en la Provincia, y las viviendas de financiación estatal, destinadas a los usuarios de menor poder adquisitivo, representan el 11% de las viviendas ocupadas en la ciudad de San Miguel de Tucumán y casi el 30% si se consideran las ciudades aledañas del Gran San Miguel (Martínez, 2001).

Las decisiones de diseño y construcción de las viviendas que se realizan sin intervención directa del usuario final, sólo se basan en aspectos económicos de inversión inicial y ganancia posterior, y no toman en consideración los costos energéticos de acondicionamiento artificial que deberán pagarse para poder alcanzar condiciones de confort interior aceptables, los que se incrementan considerablemente si la envolvente exterior no es adecuada al clima del lugar presentando por ello un mal comportamiento térmico-energético, además de problemas como la condensación que deterioran los cerramientos e incrementan los gastos de mantenimiento.

Este aspecto no debería ser desconsiderado en ningún tipo de construcción, especialmente en los emprendimientos de vivienda del Estado, debido a que el gasto de funcionamiento y mantenimiento que generan las mismas posteriormente resultan significativos considerando el presupuesto familiar disponible de la mayoría de los usuarios (Martínez, 2001; INDEC, 2003)

La zona de ubicación geográfica (Fig. 1) presenta un clima mixto, subtropical de veranos cálidos y

húmedos con temperatura máxima media superior a los 32°C y HR media máxima de 85%, con vientos

S y SO de baja frecuencia y velocidad promedio de 12 Km/h. Temperatura máxima superior a los 40°C entre octubre y febrero. Los inviernos son secos, poco rigurosos, con temperatura media mínima de 6°C y HR media de 65%, vientos S y SO de baja frecuencia y velocidad promedio de 8 Km/h. Temperatura mínima extrema de 0°C entre junio y agosto. Para invierno y verano los cielos se mantienen entre cubiertos y semicubierto la mayor parte del tiempo. El promedio de precipitaciones en verano (dic-ene-feb) es de 148,9 mm y para invierno (jun-jul-ago) de 12,6 mm.

Se exponen los resultados de los estudios de comportamiento térmico-energético realizados sobre una tipología de envolvente exterior de uso muy frecuente en obras de vivienda, multifamiliares y unifamiliares, construidas tanto por entidades gubernamentales como por empresas privadas. Esta envolvente se compone de: - cerramientos verticales de ladrillo cerámico hueco de 0,18 m, ambas caras revocadas con estructura de hormigón armado; - cubierta de chapa de zinc, inclinación de 5°, cámara de aire, poliestireno expandido de 0,025 m y cielorraso de yeso suspendido; carpinterías metálica con celosías exteriores.

METODOLOGÍA

Los cálculos y simulaciones se realizaron sobre un edificio de vivienda de tres plantas, seleccionado luego de realizar un relevamiento tipológico y constructivo, recabar planos funcionales-constructivos y otros datos pertinentes (Martinez, 2001), así como una evaluación cualitativa de los mismos a través de encuestas a los usuarios (Martinez, 2004) (Fig. 2).

Antes y después de figuras y tablas con sus epígrafes, un espacio en blanco, tamaño 11.



Figura 2: Tipología común de viviendas construidas en la Provincia: de financiación estatal (derecha) y privada (izquierda) **Calibri 11 cursiva centrado**

Se consideró la vivienda del último piso por ser la de condición más desfavorable. Teniendo en cuenta esto y las condiciones del perímetro libre de la misma, considerando las formas de agrupamiento de conjunto más desfavorables, los resultados de los análisis se pueden aplicar también para viviendas unifamiliares aisladas de una planta, con envolvente de características constructivas similares.

Cálculos realizados: **Subtítulos: Calibri 11 cursiva** Se calculó el coeficiente K de transmitancia térmica de los diferentes elementos componentes del cerramiento exterior, tanto verticales como horizontales, con un programa de computación (Gonzalo, 2003) basado en el procedimiento establecido por normas IRAM. Se compararon los resultados con los tres niveles de confort establecidos: mínimo (C), medio (B) y alto (A), (IRAM, 1996). No se consideró la corrección por color del valor máximo admisible para verano, aunque resulta adecuada según estudios realizados (Volantino y Echeuchory, 2002), debido a que si bien en un principio los colores exteriores eran claros (absorción: 0,6), el paso del tiempo, los factores atmosféricos y la falta de mantenimiento dio como resultado que su oscurecimiento (absorción \approx 0,6).

El balance térmico de las diferentes superficies componentes de la envolvente exterior se realizó por medio de una planilla de cálculo para determinar la carga térmica total (Q) para un régimen periódico de 24 horas, según fórmula de Koenisberger (Ec.1) (Koenisberger, 1977).

Antes y después de cada ecuación un espacio en blanco con letra tamaño 11

$$Q = K * S * [(T_{sam} - T_i) + (\mu \times T_{sam\emptyset} - T_{sam})] \quad (1)$$

Insertar ecuaciones con el editor de texto

Donde: **Nomenclatura: ecuaciones: Calibri 10, con sangría**

K: Coeficiente de transmisión térmica del elemento (W/m²°K)

S: Superficie total del elemento (m²)

T_{sam}: Temperatura sol- aire media (°C)

T_i: Temperatura interior (°C)

μ: Amortiguamiento en la transferencia de calor exterior/interior

T_{sam∅}: Temperatura sol-aire media con ∅ horas de ocurrencia anterior (°C)

Los análisis se realizaron para la vivienda seleccionada considerando cuatro orientaciones: norte, sur, oeste y este, ya que como resultado de los relevamientos anteriores se determinó que las organizaciones de partido se realizan para varias orientaciones a partir de un módulo básico que se gira y yuxtapone (Martinez, 2001)

RESULTADOS:

Se determinó que aunque el muro de ladrillo hueco considerado de forma aislada cumple con el nivel mínimo, los coeficientes de transmisión térmica medio ponderado de los cerramientos, considerados en su composición heterogénea, no verifican ni aun con el nivel mínimo C. La cubierta solo verifica para el nivel C en la condición de invierno.

La estructura, vigas y columnas, tampoco cumplen con los valores máximos de transmitancia térmica para puentes térmicos, ni con los valores recomendados para aristas constructivas a fin de prevenir problemas de condensación (IRAM, 1996) (Tabla 2). energético, entre otras observaciones realizadas podemos considerar:

El primer aspecto es la influencia de la orientación (Fig. 5) donde se determina que para la orientación sur, Caso 2, la vivienda requiere entre 7% y 8% menos energía para acondicionamiento en comparación con los otros casos.

Elemento	K calculo (W/m ² °K)	K Norma (W/m ² °K)				
		K muro		Puente térmico		Aristas
		Ver	Inv	Ver	Inv	
		1,80	1,85	2,70	2,77	1,30 - 0,90
Viga	3,12	No	No	No	No	No
Columna	2,88	No	No	No	No	No

Tabla 2: Valores de transmitancia térmica para elementos de la estructura

Si analizamos el requerimiento energético por mes, vemos que la envolvente presenta el mejor comportamiento para todos los meses del año, período cálido y frío, en el Caso 2 con orientación sur (Fig. 6) donde se exponen menores superficies al oeste y este, orientaciones desfavorables en cuanto a la incidencia de radiación solar directa sobre las superficies verticales. Si bien el caso 1 presenta una situación similar de orientación, en éste hay mayor superficie vidriada expuesta al norte sin sombreado efectivo.

Es decir que resulta conveniente un diseño de forma aproximadamente rectangular con su eje mayor orientado E-O, exponiendo las mayores superficies al N y S.

En cuanto a los cerramientos componentes de la envolvente exterior, muros y cubierta, vemos que el

comportamiento de esta última, en verano e invierno, es mejor que el de los muros, requiriendo entre 17% y 27% menos energía para refrigeración y para calefacción entre 90% y 91%. Sin embargo, aunque es el elemento de la envolvente exterior con menor requerimiento energético anual, su comportamiento se podría mejorar, ya que sólo cuenta con 2,5 cm de aislación térmica, como se ha demostrado en estudios anteriores (Gonzalo et al, 2000 a). (Fig. 7). Considerando que la cubierta es la misma para todos los casos, el comportamiento energético de los muros marca la diferencia (Fig. 8).

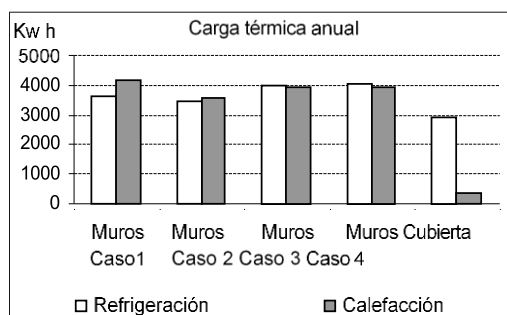


Fig. 7: Requerimiento energético verano e invierno

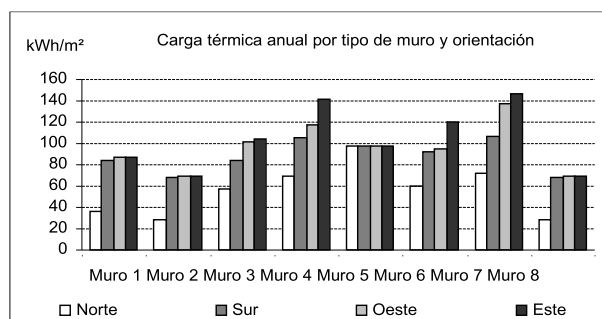


Fig. 8: Requerimiento para muros según orientación

CONCLUSIONES:

Es claro que hay decisiones de diseño que afectan al desempeño térmico-energético de los edificios, como la orientación, la forma o su color exterior, que no pueden ser desconsideradas por los proyectistas, no existiendo argumento válido para no considerarlos e implementarlos, ya que son pautas cuya aplicación no conlleva un aumento del costo de construcción.

Algunas pautas significativas que si aumentan los costos iniciales de construcción son la decisión de utilizar muros dobles aislados en lugar de muros simples y cubierta con mayores aislaciones térmicas, así como disponer de sistemas de protección solar con un efectivo diseño para las aberturas, que garanticen un adecuado funcionamiento para verano, impidiendo la incidencia solar directa y para invierno, permitiendo el ingreso de sol, tampoco deben ser descartadas por razones económicas de reducción de inversión inicial, ya que no se trata de un "gasto" sino de una "inversión", la que permitirá lograr ahorros importantes en el consumo de energía, amortizando el mayor costo inicial en plazos de tiempo razonables, permitiendo lograr edificios en los cuales disfrutar de condiciones adecuadas de habitabilidad por un período de tiempo mucho mayor al de amortización.

El hecho de que las envolventes edilicias se construyan térmicamente más eficientes no solo permitirá un ahorro en el costo de funcionamiento, sino que también nos proporcionará ambientes interiores sanos, física y psicológicamente, al no tener que desarrollar nuestras actividades diarias en lugares que resultan agresivos, por frío o calor, para nuestro organismo, con lo que se eleva el rendimiento personal y la eficiencia laboral, evitando el llamado Síndrome de Edificio Enfermo.

REFERENCIAS:

- Gonzalo G, Ledesma S, Nota V, Martinez C, Cisterna S, Quiñónez G, Márquez G, Tortonese A, Garay A. (2000a). Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en San Miguel de Tucumán. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4. pp. 05.19-05.24. ISSN 0329-5184. Ed. Milor. Salta, Argentina.
- Gonzalo G. (2003). Manual de Arquitectura Bioclimática, 2° edición. CP 67, Buenos Aires.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1996). Norma 11605 Acondicionamiento térmico en edificios.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (2003). www.indec.mecon.gov.ar/default.html

Koenisberger O. (1977). Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. Paraninfo, Madrid.
Martinez C. (2001). Análisis del comportamiento higrotérmico de los cerramientos exteriores en viviendas del IPV en San Miguel de Tucumán. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 5. Pág. 05.77-05.83. ISSN 0329-5184. Ed. Milor.

ABSTRACT:

These work summaries the results of some thermal behavior studies develop on the ordinary surfaces used on houses, built on the Capital City in the province of Tucumán and his surrounding, zone with a subtropical climate with hot- wet summers and warm-dry winters.

The objective is to determinate the thermal behavior of a common external surface used in houses, made by public agency and private builders, to verify his efficiency to satisfy appropriate interior comfort levels and, by this, determinate some principal strategies of design than affects directly the thermal behavior of the building.

For this computational programs were used to calculate the U-value coefficients of the external surfaces, and to make the energy balance of the external surfaces of the prototype house in different orientations.

KEYWORDS: Energy. Comfort. Design. houses.

Nota: Para este modelo se ha extraído, y resumido el trabajo: COMPORTAMIENTO TERMICO-ENERGETICO DE ENVOLVENTE DE VIVIENDA EN S. M. DE TUCUMAN EN RELACION A LA ADECUACION CLIMATICA. Arq. CECILIA MARTINEZ. Publicado en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 9, 2005. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184