

## **CONSUMO DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN EN EL HÁBITAT SOCIAL DE MENDOZA: UN CASO DE ESTUDIO**

**Jorge Alberto Mitchell<sup>1</sup>**

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)  
Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA) - CONICET  
Avda. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín - 5500, Mendoza, Argentina.  
Tel.: 54-0261-4288797 / Fax: 54-0261-4287370  
Email: [jmitchel@lab.cricyt.edu.ar](mailto:jmitchel@lab.cricyt.edu.ar)

**Resumen:** El diseño y la tecnología constructiva que se emplea en el hábitat social de Mendoza no satisfacen las necesidades de abrigo y cobijo de sus usuarios, los que tienen un restringido consumo de energía. El estudio presenta que los consumos energéticos posibles no son suficientes para alcanzar el confort térmico en la vivienda. Se realizó una campaña de mediciones en el invierno del 2004, cálculos analíticos (CGP y Q), relevamiento de consumos energéticos y entrevista a sus usuarios. En los resultados se demuestra que a pesar de los consumos moderados de energía ( $175\text{m}^3/\text{mes}$  de GN) para calefacción y otros usos, la vivienda no alcanza el límite mínimo de confort ( $15,8^\circ\text{C}$  en promedio). Se concluye que el consumo energético tiene como contrapartida un deficiente comportamiento térmico y entre las principales causas se pueden determinar que el diseño y la tecnología constructiva no son las apropiadas para las viviendas sociales en Mendoza.

**Palabras clave:** Hábitat social, consumos energéticos, comportamiento térmico, confort, diseño y tecnología.

### **INTRODUCCIÓN**

Es frecuente observar en conjuntos habitacionales, diseños tipo, que no responden al clima, cultura, formas productivas locales, necesidades familiares, etc. Son diseños elaborados desde una lógica que supuestamente prioriza el rendimiento económico o la facilidad constructiva. Se supone, en base a una falsa hipótesis, que el desarrollo de un prototipo y su repetición le permitirá alcanzar mayores niveles de eficacia y calidad. Sin embargo, evaluaciones realizadas, nos muestran que no sólo son más caros, con grandes problemas técnicos, sino que, por sobre todo no responden a las necesidades de las familias que las habitan y les generan, en muchos casos más problemas que lo que se quisiera resolver.

La vivienda social está orientada a los sectores sociales más desfavorecidos, y entre las consecuencias de un hábitat que no responde a las necesidades de cobijo y protección, está la afectación física y psicológica de las personas. Una vivienda saludable debe garantizar pleno asoleamiento y ventilación, si tomamos en consideración las variables referidas al confort higrotérmico (además de disponer de espacios en cantidad y calidad suficiente para la realización plena de sus actividades). En general esto no ocurre, y lo que es más grave, se agudiza por la escasa o nula disponibilidad de recursos energéticos que permitan paliar el frío o el calor propio de climas como el de Mendoza.

El Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV) en la provincia de Mendoza ha realizado diversos estudios, investigaciones, desarrollos y transferencia en el campo de la Vivienda de Interés Social. Entre algunas de las conclusiones se puede enunciar que los usuarios de viviendas sociales en la provincia de Mendoza dicen no tener condiciones de confort térmico, y los consumos energéticos necesarios para lograrlo son insuficientes, debido al acceso cada vez más limitado por los ingresos de las familias de usuarios de viviendas sociales (Chorén, Cortegoso, 1993), (de Rosa, et al. 1988, 90, 93), (Mitchell, 1996, 1998, 2000), (Mitchell, Esteves, 2004).

La coordinación de la Dirección de Control de Gestión del Fonavi, realizó Auditorias para evaluar la situación del Fonavi a los organismos ejecutores integrantes del Sistema Federal de la Vivienda, (Auditorias Fonavi 2001/2002, Informe Síntesis). Entre los aspectos evaluados, cabe consignar los referidos a los aspectos tecnológicos, lo que involucra una evaluación cuantitativa y cualitativa de las obras. La incorporación en la evaluación del cumplimiento de la Resolución sobre el acondicionamiento higrotérmico como requisito para que la vivienda pueda ser considerada de buena calidad, arrojó una significativa diferencia con auditorias anteriores. Por la razón antes comentada, el porcentaje de viviendas consideradas de buena y regular calidad pasaron del 81,7% al 58%, 9,3 al 32% respectivamente para el año 2000 al 2001 con la Incorporación de los Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social (Resol. N° 107/00). Respecto de las patologías, su ocurrencia tiene los siguientes porcentajes: Poco frecuente 4%, Frecuentes 31%, Generalizadas 65% (2002). La falta de aislación térmica, la existencia de riesgo de condensación tanto en muros como en techos, los aleros insuficientes y el mal diseño de las carpinterías sigue siendo una patología repetitiva de alrededor del 50% de las viviendas, aunque la aplicación de los Estándares Mínimos de Calidad no sería lo suficiente.

---

<sup>1</sup> Arquitecto, profesional del CONICET. Responsable de la línea de trabajo: Vivienda de Interés Social Sustentable.

Los esfuerzos por alcanzar una **producción de un hábitat ambiental y energéticamente sustentable para la vivienda de interés social**, no han sido totalmente suficientes y aún persisten deficiencias edilicias debido a variados factores, entre los que podemos enunciar:

- La regionalización bioambiental es de características generales y no contempla las particularidades de los microclimas de la provincia de Mendoza,
- Repetición de tipologías edilicias que no dan respuestas a las exigencias ambientales de implantación, lo que implica deficiencias de diseño,
- Tecnologías constructivas inadecuadas,
- Inadecuados diseños que no responden al modo de uso por parte de los habitantes, y no se logran condiciones de salubridad por falta o escasa ventilación y asoleamiento. Hay que destacar que la producción del hábitat social cumple con las normas técnicas de exigencia en los distintos lugares de emplazamientos, para el caso de Mendoza la documentación técnica debe ser aprobada previamente en las Direcciones de Obras de los Municipios. Pero esta condición no es suficiente debido a las limitaciones de los Códigos de Construcciones respecto de contemplar la calidad térmica, la eficiencia energética, la reducción de emisiones, el confort higrotérmico, entre otros.

La relevancia del problema en la producción del hábitat social, surge de proponer un avance en el mejoramiento de su cualidad de cobijo y abrigo. Nadie duda que las viviendas deben satisfacer la necesidad de protección, pero muchas veces esto no se cumple. Es en este punto que nos referimos a la protección que debe proveer el hábitat frente al clima y esta es la función de abrigo y cobijo que ha ido perdiendo con el tiempo. Con el propósito de paliar el déficit habitacional, la producción social del hábitat ha tenido como finalidad reducir el déficit acumulado de viviendas. En esta carrera por achicar la brecha entre el déficit y la producción de viviendas, cabe preguntarnos si lo que producimos hoy al final de cuentas no sigue siendo deficitario. Por consiguiente, también cabría preguntarnos si son eficientes los recursos públicos en la construcción de un hábitat social para que al final de cuentas las nuevas unidades habitacionales no puedan ser descontadas del déficit.

### CASO DE ANALISIS

La vivienda objeto del estudio está situada en el Distrito de Luzuriaga (32,88 latitud Sur, 68,85 longitud Oeste; 827 m.s.n.m, 1408 °GD base 18), provincia de Mendoza, Argentina. El lugar, parte del oasis norte de producción vitivinícola, ha ido perdiendo dichas características por el avance del conurbano del Gran Mendoza.

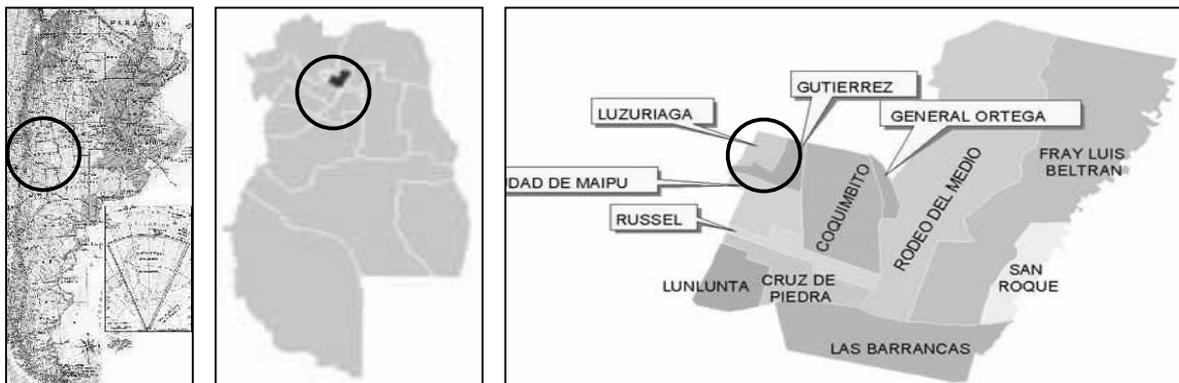


Figura 1. Mapa de Argentina, Mendoza y el Departamento de Maipú con el distrito de Luzuriaga.

### Descripción de la Vivienda

La vivienda pertenece al B<sup>a</sup> González Galiño, un conjunto de 150 viviendas y con una antigüedad de trece años. Mantiene en un alto porcentaje a sus usuarios originales y las viviendas en su mayoría han sido ampliadas debido a sus escasos 42 m<sup>2</sup> originales. Las manzanas del barrio son rectangulares y sus proporciones son de 10 lotes de frente por 2 lotes de profundidad y la dimensiones de los lotes son levemente superior a 10 x 20 m. Los terrenos están orientados hacia los cuatro puntos cardinales sin el predominio de ninguna. La vivienda original del barrio es de planta compacta y apareada, separada de la línea municipal en 2 m. la tecnología constructiva es tradicional para Mendoza. La vivienda del estudio está ubicada en el tramo medio de la manzana y con orientación norte.



Figura 2. Imágenes de la vivienda monitoreada: Exterior, Ingreso, Estar y Comedor.

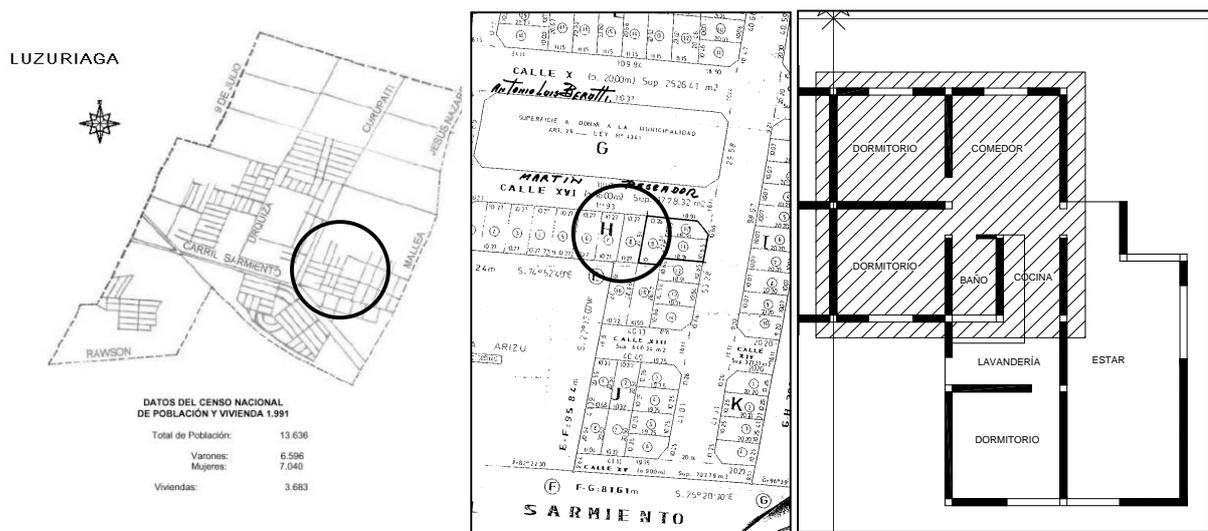


Figura 3. Plano del Distrito de Luzuriaga, Loteo del Barrio y Planta de la Vivienda analizada.

## METODOLOGÍA

- Se procedió a la medición y los cálculos analíticos. Se procesa el coeficiente global de pérdidas (CGP) y la cantidad de energía aportada por los usuarios.
- Se relevaron los datos de consumo de energía, se procesaron y cotejaron para su comprobación con los resultados obtenidos de las mediciones.
- Se indagó a los ocupantes sobre aspectos referidos al uso y hábitos en la vivienda, percepción del espacio y el confort térmico.

La campaña de medición se realizó en el invierno del 2004 y se presentan las curvas correspondientes al periodo de 20 días, comprendidas entre el 17/07/04 y el 05/08/2004. Los datos de temperatura fueron tomados cada 15 minutos y para la adquisición y almacenamiento de los mismos se utilizaron tres data logger del tipo HOBO H8 con 4 canales externos, rango de operación de -20 a 70 C, rango de almacenamiento de temperaturas de -40 a 75C y tiempo de aproximación +-1 minuto por semana, sensores de tipo termistor TMC6-HB, diámetro 0,75 cm, precisión +- 0.4 a 20 C y resolución 0.2 a 20 C.

## RESULTADOS

### *Relevamiento de los ocupantes y la vivienda*

Los ocupantes de la vivienda está conformada por una familia de seis integrantes, padres y 4 hijos (de las siguientes edades; 22, 18, 14 y 4 años). La vivienda en promedio tiene una ocupación permanente de cuatro integrantes, debido a las actividades de estudio de los hijos mayores y laborales del jefe de familia.

Ellos han manifestado que el Comedor es el espacio de mayor uso y es el que calefaccionan, no así el Estar que por su tamaño y uso restringido solo es calefaccionado cuando tienen algún tipo de reunión. El Comedor está integrado a la cocina y tiene contiguo a dos de los dormitorios y el baño, situación espacial que justifica su mayor uso. En cuanto al relevamiento del equipamiento disponen de: una cocina de 4 hornillas y horno, calefón instantáneo de 12 ls, y un calefactor infrarrojo de 2000 Kcal. (Todos utilizan como combustible Gas Natural).

Ellos dicen calefaccionar a la primera hora de la mañana y por la tarde a última hora hasta ir a dormir. (Por Ej. El 21/07/04). En días muy fríos y nublados mantienen la estufa encendida durante casi todo el día (por Ej. El 27/07/04).

Cabe consignar que para salir a la calle desde el Comedor el paso obligado es el Estar, por lo que se infiere que el Estar recibe aporte de calefacción del Comedor, aunque sus ocupantes manifiesten mantener la puerta cerrada entre ambos espacios.

**Mediciones**

La serie de datos de temperaturas obtenida de la medición, fueron graficadas para su análisis y permitió observar el comportamiento térmico de la vivienda objeto del estudio.

Se midió el Estar y el Comedor y el sensor restante se ubicó en el exterior de la vivienda. El espacio del Comedor está en relación directa con la Cocina y también con dos de los Dormitorios y el Baño (Figura 3).

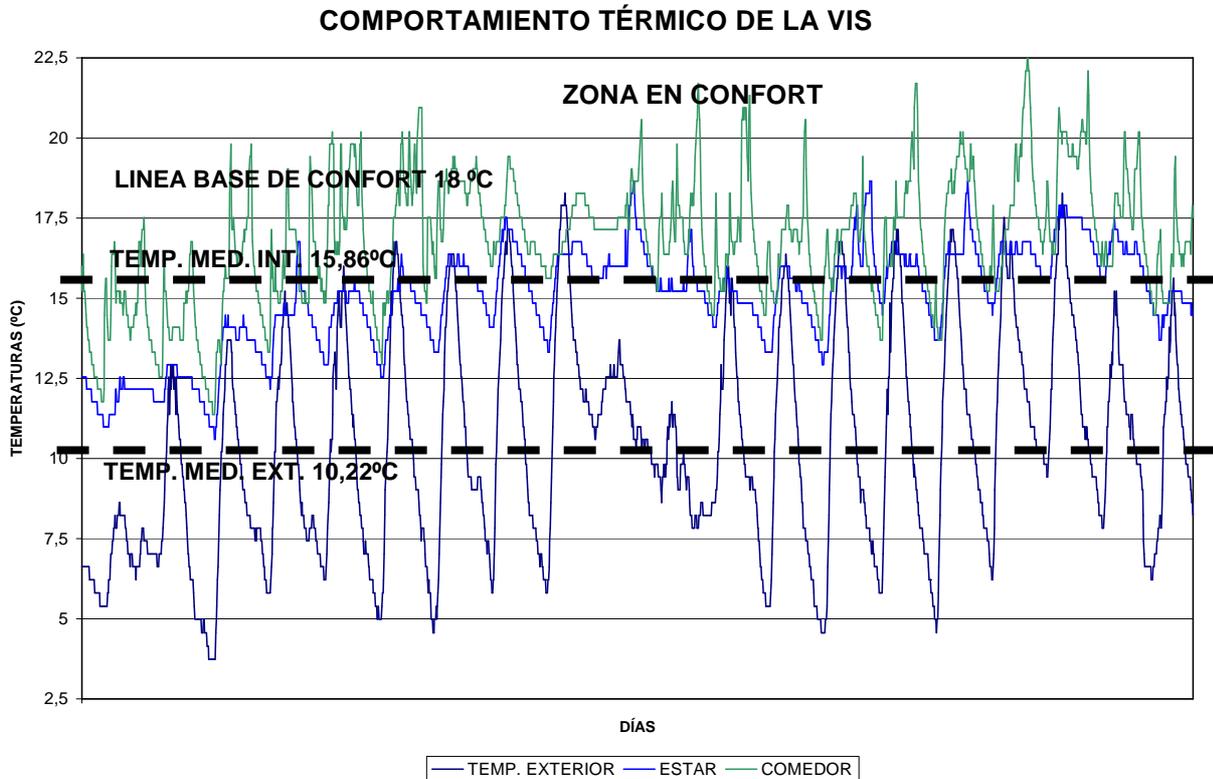


Figura 4. Curvas del comportamiento térmico de la vivienda, las que corresponden al; Exterior, Estar y Comedor.

Las mediciones corroboran lo manifestado por sus ocupantes, la temperatura interior del Estar no alcanza casi nunca los 18°C y está por debajo de las temperaturas del Comedor, por lo tanto el ambiente siempre está en discomfort. Manteniendo la temperatura del Comedor respecto del Estar un salto en el rango promedio de los 2 °C durante el periodo medido, a pesar de los espacios contiguos (Dormitorios y Baño) que no se calefaccionan y están vinculados por sus respectivas puertas y que según sus ocupantes en la mayoría de las veces se mantienen abiertas.

La temperatura interior del Comedor respecto de la exterior está por encima de los 6,5 °C en promedio en el periodo medido, el que es aportado en su mayoría por la calefacción y los aportes internos (a los que se incluyen la cocina y el calefón), lugar en donde habitan la mayor parte del día.

En cambio el Estar, el que no se calefacciona, se considera que tiene aporte del Comedor y su temperatura está por encima de la exterior en un rango de 4,75 °C en promedio durante el periodo medido.

- Entre los resultados se pueden mencionar que en promedio los ambientes medidos no alcanzan la temperatura base inferior de confort (18°C).
- En cambio se puede observar (figura 4) que la temperatura del Comedor es la única que alcanza el límite inferior del confort, aunque esta situación solo ocurre aproximadamente para el 25 % del total del periodo medido y durante el resto del tiempo (75%) permanece fuera del rango de confort, teniendo en consideración que el Comedor es calefaccionado.
- El Estar casi nunca supera la marca de los 18 °C.
- Teniendo en consideración que el Estar recibe aportes del Comedor, se puede inferir que la temperatura interior promedio de la vivienda es de 15,86 °C, y es superior a la temperatura exterior promedio (10,24°C) en 5,62°C.
- Por último se confirma la hipótesis que a pesar del consumo de combustible para calefaccionar, la vivienda de interés social medida, no refleja un comportamiento aceptable que la aproxime por lo menos al límite inferior del rango de confort para invierno (18°C).

Temperaturas	Exterior	Estar	Comedor
Temp.min Abs	3,74	10,6	11,38
Temp.max Abs	18,28	18,66	22,48
Temp.med	10,24	14,99	16,75

Tabla 2. Temperaturas medias, mínimas y máximas absolutas del exterior, Estar y Comedor.

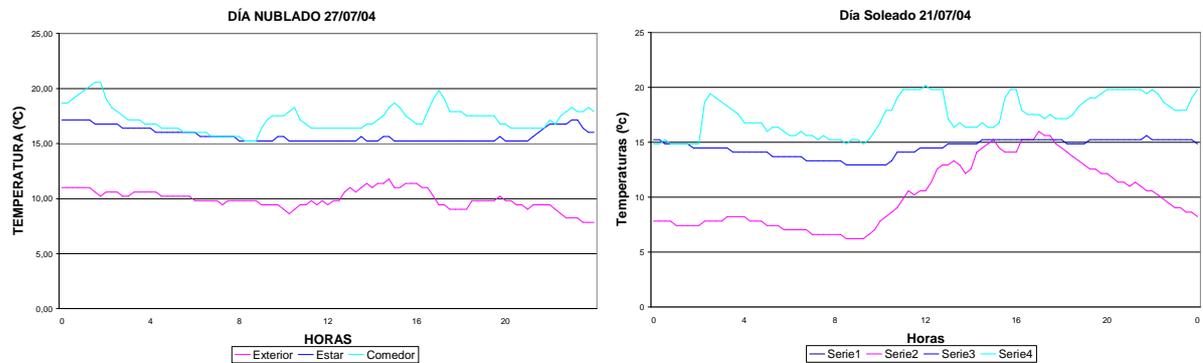


Figura 5. Gráfico de comportamiento para un día soleado (21/07/04) y nublado (27/07/04) medio de la serie medida. De la serie de días medidos se seleccionaron dos días tipo; uno soleado y otro nublado, para ver en detalle el comportamiento de la vivienda y verificar los datos de consumo y uso de la calefacción. De ambos días se presentan los datos más relevantes en la siguiente tabla.

TEMPERATURAS DÍA NUBLADO 27/07/04				TEMPERATURAS DÍA SOLEADO 21/07/04			
Temperaturas	Exterior	Estar	Comedor	Temperaturas	Exterior	Estar	Comedor
Mín	7,83	15,23	15,23	Mín	6,22	12,93	14,85
Máx	11,77	17,14	20,57	Máx	16	15,62	20,19
Med	9,96	15,77	17,22	Med	10,12	14,51	17,44

Tabla 3. Temperaturas medias, mínimas y máximas de dos días tipos; nublados y soleados.

#### Consumos de Energía

Los consumos energéticos relevados consisten en los suministrados por la facturación de gas natural (GN), combustible utilizado para calefaccionar, cocinar y calentar agua para la higiene personal.

El promedio de los consumos de GN por bimestre relevados es aproximadamente de 200 m<sup>3</sup>, en cambio para los periodos invernales el promedio asciende a 343 m<sup>3</sup>.

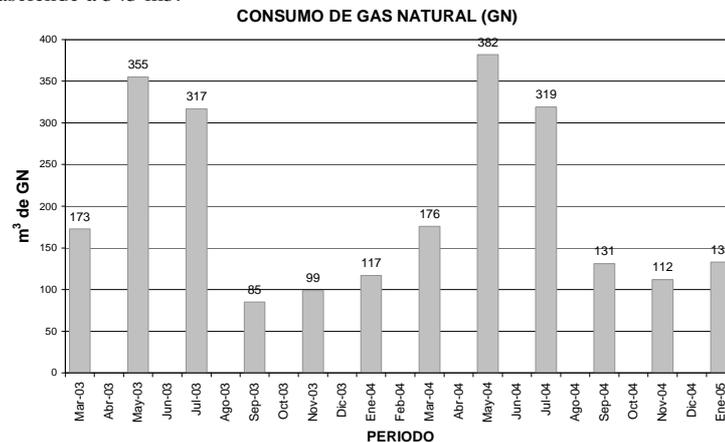


Figura 6. Relevamiento de consumos de GN de la vivienda medida.

#### Cálculos analíticos del coeficiente global de pérdidas (CGP) y la cantidad de energía aportada por los usuarios (Q)

La tecnología utilizada es de uso común en la zona, para viviendas económicas, cuyos componentes poseen los siguientes valores de conductancia térmica (K).

K	Techo	Muros	Fundaciones	Ventanas	Infiltraciones
(W/ m <sup>2</sup> °C)	0,61	2,26	0,7	5,8	3RAH

Se realizó el cálculo analítico del coeficiente global de pérdidas (CGP) de la vivienda analizada.

Sup.= 81 m<sup>2</sup>;

Vol.= 202.5 m<sup>3</sup>;

CGP = 510 W/°C

Q = CGP \* ΔT;

Q = 470 w/°C \* 5,62 °C = 5.220 W;

Q<sub>(30 días invierno)</sub> = 167,7 m<sup>3</sup> de GN

Del cálculo anterior se comprueba que la diferencia entre las medias de la Temperatura exterior y la Temperatura media interior de la Vivienda, equivale al consumo de 167,7 m<sup>3</sup> de GN (Para el bimestre = 335,4), valor muy próximo de los 343 m<sup>3</sup> de GN del consumo promedio bimestral para invierno.

**CONCLUSIONES.** El diseño y la tecnología constructiva que se emplea en el hábitat social de Mendoza no satisfacen las necesidades de abrigo y cobijo de sus usuarios, los que tienen un restringido consumo de energía. El estudio presenta que los consumos energéticos posibles no son suficientes para alcanzar el confort térmico en la vivienda. Los ambientes medidos no alcanzan la temperatura base inferior de confort (18°C). La temperatura del Comedor es la única que alcanza el límite inferior del confort, situación que solo ocurre aproximadamente para el 25 % del total del periodo medido y durante el resto del tiempo (75%) permanece fuera del rango de confort, teniendo en consideración que el Comedor es calefaccionado. Teniendo en consideración que el Estar recibe aportes del Comedor, se puede inferir que la temperatura interior promedio de la vivienda es de 15,86 °C, y es superior a la temperatura exterior promedio (10,24°C) en 5,62°C. Por último se confirma la hipótesis que a pesar del consumo de combustible para calefaccionar, la vivienda de interés social medida, no refleja un comportamiento aceptable que la aproxime por lo menos al límite inferior del rango de confort para invierno (18°C). Se comprueba que la diferencia entre las medias de la Temperatura exterior y la Temperatura media interior de la Vivienda, equivale al consumo de 167,7 m<sup>3</sup> de GN (Para el bimestre = 335,4), valor muy próximo de los 343 m<sup>3</sup> de GN del consumo promedio bimestral para invierno. Se concluye que el consumo energético tiene como contrapartida un deficiente comportamiento térmico y entre las principales causas se pueden determinar que el diseño y la tecnología constructiva no son las apropiadas para las viviendas sociales en Mendoza.

**ABSTRACT** The design and the constructive technology that is used in the social habitat of Mendoza do not satisfy the needs of coat and cover of your users, which have a restricted consumption of energy. The study presents that the energetic possible consumptions are not sufficient to reach the thermal comfort in the housing. A campaign of measurements was realized in the winter of 2004, analytical calculations (CGP and Q), report of consumptions energetic and interviews your users. In the results there is demonstrated that in spite of the moderate consumptions of energy (175m<sup>3</sup>/month of GN) for heating and other uses, the housing does not reach the minimal limit of comfort (15,8°C in average). One concludes that the energetic consumption takes a deficient thermal behavior as a counterpart and between the principal reasons they can determine that the design and the constructive technology are not adapted for the social housings in Mendoza.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- Max-Neff, Manfred y ot. (1986), "Desarrollo a escala humana - Una opción para el futuro". CEPUR. Chile
- Mitchell, J. (2001). Propuesta metodológica en el diseño de un asentamiento humano en una zona rural del centro-oeste de la república Argentina. LA CASA DE AMÉRICA. Pp.209-239 (ISBN-970-694-063-4)
- Catenazzi, Andrea C., Kulloock, David.(1995) VIVIENDA Y BIEN PÚBLICO. LA PERATORIA FONAVI. Revista AREA N°2. pág. 43-51. Buenos Aires, Argentina.
- Mitchell, J. (1998). "taller de vivienda social - propuesta de mejoramiento de las condiciones ambientales interiores del hábitat". Publicado en la Revista: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol.II N°1 pp.03/79-82. Argentina.
- Mitchell, J. , Gascón, M. (1998). "Teaching peasants how to build more efficient houses. the experience of organizing workshops in a rural area of mendoza, argentina". Publicado en los Proceedings of the Sixth International Symposium on Renewable Energy Education (ISREE-6 ) 26-28 November in New Delhi, India.
- Mitchell, J. "Propuesta de mejoramiento de las condiciones del confort térmico interior del hábitat social a partir de sobre costo cero". Energías Renovables y M A, Vol. 3, pp. 1-4, 1996.
- Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 8, 2 (Buenos Aires 2004). ISSN 0329-5184