

PROPUESTA DE ADECUACIÓN BIOCLIMÁTICA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN SAN PEDRO DE COLALAO, TUCUMÁN

G. E. Gonzalo, S.L. Ledesma, V.M. Nota, C.F. Martínez, E. Ríos Cáceres
 Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente - Instituto de Acondicionamiento Ambiental
 Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán
 Av. Roca 1900 - 4000 Tucumán – Argentina - Tel.+ .54.381.4364093 int. 7914
 Email: ceema@herrera.unt.edu.ar - ggonzalo@arnet.com.ar

RESUMEN: A partir del diagnóstico de la situación poblacional y de las condiciones ambientales de las viviendas en la localidad de San Pedro de Colalao, Tucumán, se realizó el análisis de un prototipo de vivienda de interés social perteneciente a un barrio de 41 unidades a construirse en la mencionada localidad, con la finalidad de mejorar las condiciones de habitabilidad en las mismas. Se evaluaron las condiciones termo-hidrófugas de los materiales que componen la envolvente y el comportamiento térmico global del prototipo con programas computacionales teniendo en cuenta las variables de: orientación, materiales de la envolvente, protecciones solares y costos. El estudio permitió realizar propuestas de mejoramiento térmico, habiéndose verificado que las mismas no necesariamente significan un incremento en el costo final de las viviendas analizadas.

Palabras clave: Vivienda social, adecuación climática, habitabilidad.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo se desarrolla en el marco del proyecto PICTO UNT- ANPCYT 2004 N° 870: “*Tecnologías para el hábitat, el aprovechamiento energético y el desarrollo productivo en áreas rurales de Tucumán*” y responde a los objetivos planteados para el segundo año de ejecución, que apuntan a definir con precisión la situación y necesidades energéticas de viviendas rurales, como así también vincular la demanda energética al diseño de mismas (orientaciones, materiales de la envolvente, protección y ganancia solar, uso de la ventilación) con la finalidad de elaborar pautas para el diseño que contemplen el uso racional de la energía y la incorporación de nuevas fuentes energéticas.

Este trabajo profundiza sobre aspectos analizados anteriormente (Ledesma et al, 2000) en los que, mediante simulaciones que permitieron determinar el balance energético de un prototipo de vivienda de interés social considerando variación en las condiciones de implantación en el terreno, materiales de la cubierta, color de los muros, entre otras, se pudo demostrar que es posible mantener el costo final de las viviendas dentro de los valores de mercado aceptados para este tipo de edificios mejorando sustancialmente su comportamiento térmico.

En estudios anteriores se había calculado la influencia del aislamiento térmico (Gonzalo G.E. et al., 2000) y de algunos materiales no convencionales, tales como el suelo-cemento (Arias L.E. et al., 2002), considerándose para este caso los componentes constructivos más utilizados y excluyéndose algunos aspectos particulares como puentes térmicos (Ben-Nakhi A.E., 2002), determinación de espesores de aislamientos más convenientes (Kemal Çomaklı y Bedri Yüksel, 2003), la influencia del costo financiero a largo plazo (Porta-Ganadara M.A. et al., 2002) o la influencia del diseño global del edificio, como la presencia de patios internos (Rajapaksha I., H. Nagai y M. Okumiya, 2003).

SITUACIÓN GENERAL

San Pedro de Colalao es una comunidad rural de 2.389 habitantes, ubicada al NO de la provincia de Tucumán, a unos 100 Km de la ciudad Capital, en el Departamento de Trancas. Si bien es sus inicios, hacia 1858, se desarrolló en torno a la producción agropecuaria, (Garrido, 2005), en la actualidad se ve afectada seriamente por la falta de empleo en ese sector. Sin embargo hoy se presenta en la zona el turismo como una actividad en desarrollo. El área presenta un gran potencial para su desarrollo económico a través del turismo, no sólo por sus atractivos naturales sino también culturales y patrimoniales.

Con el propósito de tener un marco de referencia sobre la situación general de la población de San Pedro de Colalao, se realizó una caracterización de la misma, así como una evaluación estadística de datos censales y un relevamiento y encuesta en viviendas de residentes locales (Gonzalo et al, 2007)

La población de S.P.de Colalao ha sufrido importantes variaciones a lo largo de su historia (Garrido, 2005). En el último tiempo se ha presentado un importante incremento en su población, Tabla 1, especialmente en la franja de edad de adolescentes y adultos, mayores de 13 años, siendo una población joven con amplia capacidad laboral, Figura 2 (INDEC, 2001).

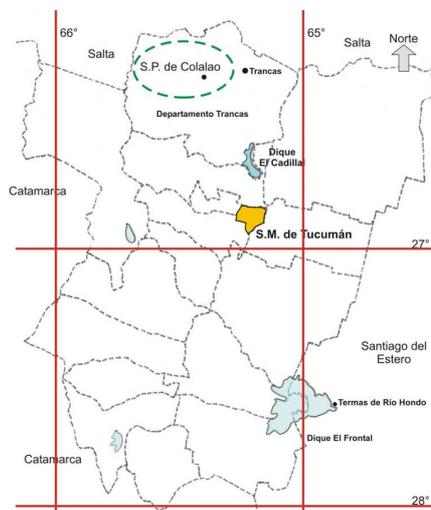


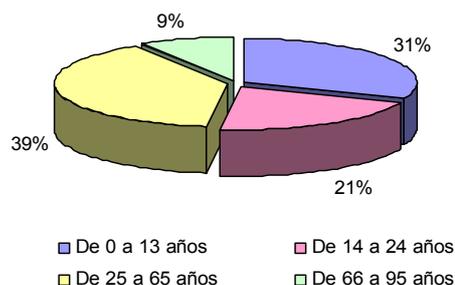
Figura 1: Ubicación en la provincia

	Poblac. 1991	Poblac. 2001	Variación %
Provincia de Tucumán	1.142.105	1.338.523	17,2
Departamento Capital	473.271	527.607	11,5
Departamento Trancas	11.977	15.473	29,2
San Pedro de Colalao	1.433	2.389	66,7

Tabla 1: Variación de población período 1991 – 2001

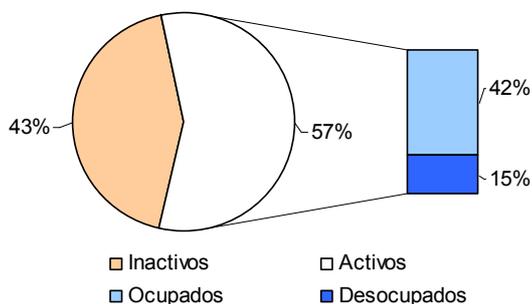
Este crecimiento de población, que desde cierto punto de vista es un aspecto positivo, en este caso no ha sido acompañado por un desarrollo de las fuentes de trabajo, lo que ha generado una situación de desempleo o subempleo, así como de dependencia de la asistencia gubernamental (ver Figuras 3 y 4). Esta situación no garantiza una fuente de empleo estable y como consecuencia de ello se produce la inestabilidad económica del grupo familiar, no pudiendo el mismo acceder a beneficios primarios, como por ejemplo una vivienda digna.

Distribución de población



Estas condiciones han llevado a que gran parte de la población no pueda cubrir sus necesidades básicas, viviendo en condiciones de precariedad y carencias importantes en las condiciones de habitabilidad, destacándose la existencia de varios asentamientos marginales que albergan a más de 180 familias (Moreno, 2007).

Situación laboral



Ocupaciones laborales más importantes

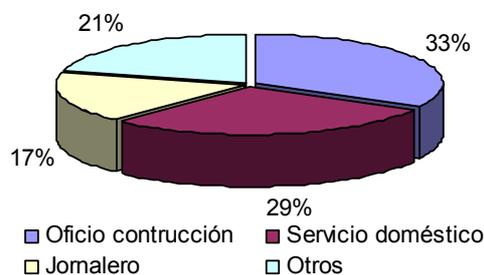


Figura 3: Situación de actividad laboral (INDEC, 2001)

Figura 4: Ocupaciones más relevantes (Gonzalo et al 2007)



Figura 5: Viviendas de asentamientos marginales

La calidad de la vivienda según sus materiales es un indicador que permite tener una idea sobre las posibilidades que tiene la población para cubrir sus necesidades básicas. El Departamento de Trancas tiene uno de los índices más altos de la Provincia (INDEC, 2001) en cuanto a necesidades básicas insatisfechas. San Pedro de Colalao presenta en total un 55% de viviendas con condiciones de habitabilidad no aceptables, correspondiendo a Calidad de Materiales III y IV.



Figura 6: Viviendas de residentes

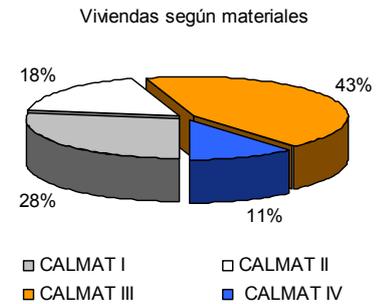


Figura 7: Vivienda según calidad de materiales

En cuanto a servicios, si bien en la mayoría de los casos hay provisión de agua potable y energía eléctrica, en el aspecto sanitario es muy significativa la presencia de letrinas, que según se pudo observar en los relevamientos, carecen de adecuadas condiciones de higiene y evacuación, lo cual genera un alto riesgo sanitario.

Condición de S° sanitario - Depto. Trancas (INDEC 2001)

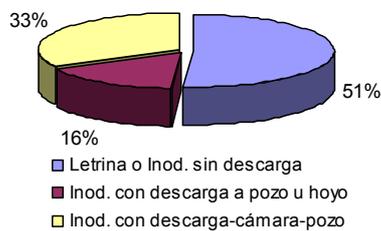


Figura 8: Condiciones de servicio sanitario



Figura 9: Vista de algunas letrinas y baños

CONDICIONES AMBIENTALES Y DE CONFORT EN VIVIENDAS RELEVADAS

Uno de los objetivos del Proyecto que se tomo en cuenta al realizar los relevamientos y encuestas fue “determinar las condiciones ambientales y de consumos de energía de la vivienda”, esperando que los resultados sirvan de base para realizar propuestas con el objetivo de lograr mejorar la calidad de vida de los habitantes y de la actividad productiva en la zona, así como poder introducir tecnologías adecuadas para las viviendas, edificios comunitarios tendientes al uso racional de la energía. Se realizó un relevamiento de las viviendas seleccionadas determinando, entre otros aspectos, la calidad constructiva, de materiales y de mantenimiento de las mismas. Las encuestas se realizaron en base a una muestra aleatoria seleccionada en función de la predisposición de los pobladores locales. Para las encuesta se aplicó un modelo, que entre otros aspectos contempla los ambientales relacionados a: *Acondicionamiento térmico, Asoleamiento y Ventilación natural* (Soldati et al, 2006).

Resultados

Se observa que en la mayoría de los casos los ocupantes manifiestan sensación de excesivo calor para la situación de verano, siendo la condición de sofocante la más importante. Para la situación de invierno, la sensación de frío es la predominante, siendo la condición de muy frío la más importante.

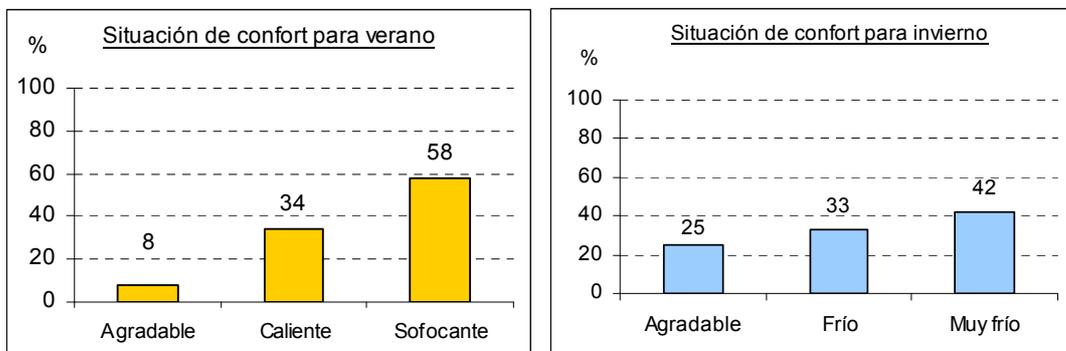


Figura 10: Confort en viviendas encuestadas

Las posibles causas expresadas de inconfort por calor son: la falta de aislación térmica en las cubiertas de chapa, la falta de ventilación y, en el caso de las cocinas, las fuentes de calor interno (cocinas, hornos o calefones). Las posibles causas de

inconfort por frío son: el ingreso de aire por infiltración, ausencia de elementos aislantes térmicos en las cubiertas de chapa y el reducido espesor de muros.

Es notable que en el 50% de los casos se disponga de ventiladores para refrescamiento en verano. Pero para la situación de invierno, que presenta condiciones de baja temperatura relevantes, no disponen de sistemas de calefacción, esto debido básicamente al alto costo del combustible (gas envasado o leña) (Ver figura 11).

En cuanto al ingreso de sol a través de las aberturas, en la mayoría de los casos se considera que es aceptable, lo mismo que para la situación de invierno, a pesar de que las ventanas son, en general, de dimensiones estándar, sin protecciones exteriores y a veces sin vidrio.

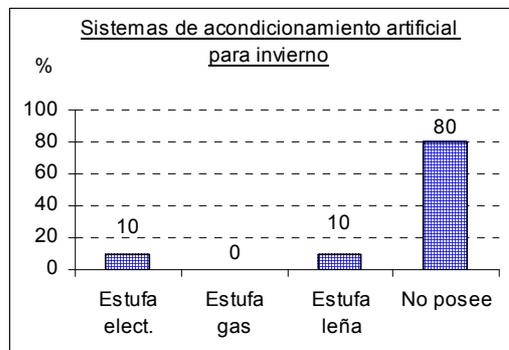


Figura 11: Disponibilidad de sistemas de calefacción

En cuanto a la ventilación natural, el 67% de los encuestados manifiestan que la misma es aceptable durante el verano, período en el que el 92% recurre a la apertura nocturna y matutina de ventanas y puertas para mejorar la circulación. Sólo el 10% la considera escasa para esta estación.

Para la situación de invierno la ventilación no es un factor que genera desconfort en los ocupantes. El 8% la considera aceptable y el 59% escasa.

Situación de análisis:

Teniendo en cuenta las falencias detectadas en el diagnóstico realizado en relación a las condiciones ambientales de las viviendas y, debido a la posibilidad de construcción de nuevas viviendas en la localidad de análisis, es que se realizó la evaluación ambiental de un proyecto de 41 viviendas a construir por el Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) con la finalidad de erradicar una villa de emergencia. Este análisis tiene como objetivo realizar una propuesta de adecuación climática para las viviendas a construir a fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios ya que, según se pudo determinar en las encuestas realizadas, en la actualidad no disponen de condiciones mínimas de habitabilidad.

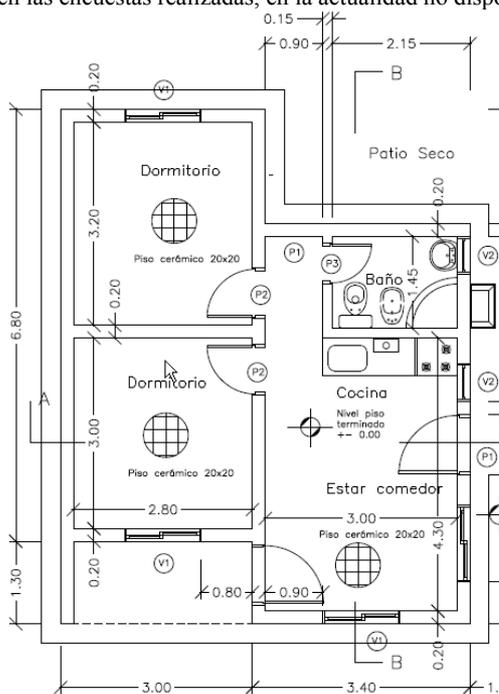


Figura 12: Planta del prototipo de vivienda analizado

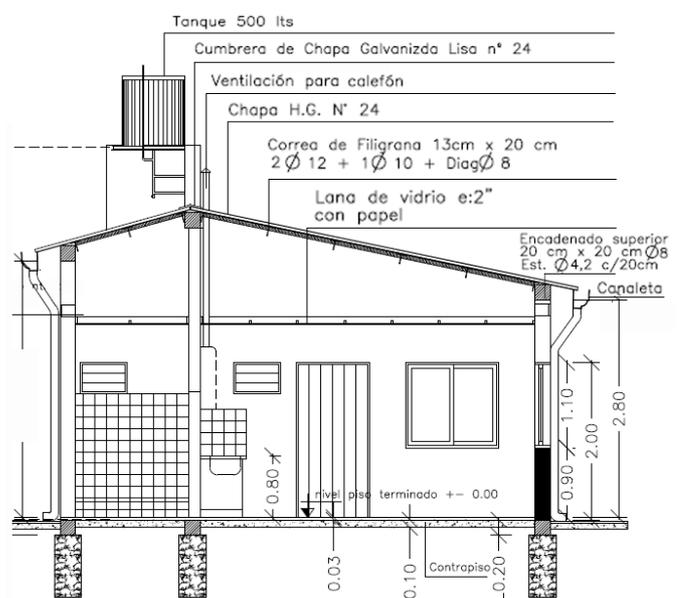


Figura 13: Corte del prototipo de vivienda analizado

En primer lugar se determinaron las principales estrategias de diseño a aplicar para la adecuación bioclimática con el programa CEEMAESTBIO1000 (Gonzalo G., 2003). Para la situación de verano se pudo establecer que es necesario: aprovechar la ventilación natural y mecánica para el refrescamiento natural y minimizar las ganancias a través de la envolvente. Para la condición de invierno los requerimientos son de calefacción solar pasiva con ganancia de radiación sobre el plano norte mayor a 2500 W/m², inercia térmica y reducción de las pérdidas de calor. Se requiere calefacción un 56% al año y enfriamiento y sombra un 31% al año (ver fig.14).

NECESIDADES BIOLIMÁTICAS: C=CONFORT - F=FRIO - S=NECESIDAD DE SOMBRA - E=NECESIDAD DE ENFRIAMIENTO																
ESTACION: BENJAMIN PAZ TCON 23,58 TCMX 25,6 TCM1 21,6												HORAS				
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTALES AÑO			
													FRIO	CONF	SOMB	ENFRI
1	C	F	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9,0	3,0	0,0	0,0
2	C	F	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	10,0	2,0	0,0	0,0
3	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
4	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
5	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
6	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
7	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
8	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
9	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	12,0	0,0	0,0	0,0
10	C	F	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9,0	3,0	0,0	0,0
11	E	S	E	S	F	F	F	F	F	S	S	E	5,0	0,0	4,0	3,0
12	E	E	E	E	C	F	F	F	C	E	E	E	3,0	2,0	0,0	7,0
13	E	E	E	E	S	F	F	F	C	E	E	E	3,0	1,0	1,0	7,0
14	E	E	E	E	S	F	F	C	S	E	E	E	2,0	1,0	2,0	7,0
15	E	E	E	E	S	F	F	C	S	E	E	E	2,0	1,0	2,0	7,0
16	E	E	E	E	S	F	F	F	C	E	E	E	3,0	1,0	1,0	7,0
17	E	E	E	E	C	F	F	F	C	E	E	E	3,0	2,0	0,0	7,0
18	E	E	E	S	C	F	F	F	C	S	E	E	3,0	2,0	2,0	5,0
19	E	E	E	S	C	F	F	F	F	S	E	E	4,0	1,0	2,0	5,0
20	E	E	E	S	C	F	F	F	F	S	S	E	4,0	1,0	3,0	4,0
21	E	S	E	C	F	F	F	F	F	S	S	E	5,0	1,0	3,0	3,0
22	E	S	E	C	F	F	F	F	F	C	S	S	5,0	2,0	3,0	2,0
23	E	S	E	C	F	F	F	F	F	C	S	S	5,0	3,0	2,0	2,0
24	S	C	S	F	F	F	F	F	F	C	S	S	7,0	2,0	3,0	0,0
FRIO	7,0	10,0	7,0	11,0	15,0	24,0	24,0	22,0	17,0	11,0	10,0	8,0	TOT.F	166,0	% F.	57,6
CONFORT	3,0	1,0	3,0	3,0	5,0	0,0	0,0	2,0	5,0	2,0	2,0	2,0	TOT.C	28,0	% C.	9,7
SOMBRA	1,0	4,0	1,0	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	2,0	5,0	4,0	3,0	TOT.S	28,0	% S.	9,7
ENFRIAM.	13,0	9,0	13,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	8,0	11,0	TOT.E	66,0	% E.	22,9

Figura 14: Requerimientos bioclimáticos para San Pedro de Colalao-Tucumán.

La primera propuesta de modificación del proyecto planteado por el IPV fue sobre el loteo original. A fin de posibilitar una adecuada orientación de las viviendas, se realizó una propuesta de loteo que brindaría a las mismas mejores condiciones de asoleamiento y de ventilación natural: la Norte y Sur, frente a la situación original en la que el 34% de las viviendas presenta sus mayores superficies hacia el Este y Oeste. La propuesta de loteo permitiría que el 100% de las viviendas tengan sus mayores superficies y aventanamientos hacia el Norte y el Sur (ver tabla 2).

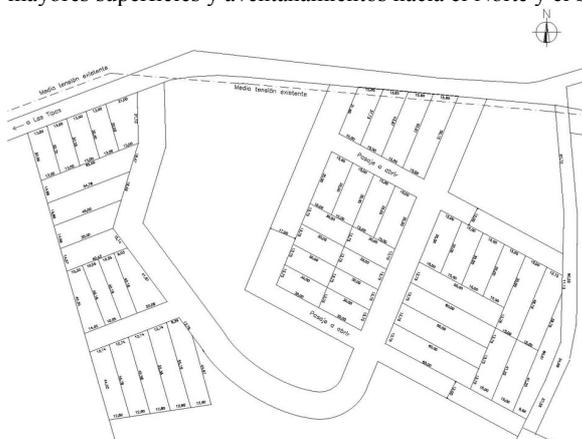


Figura 15: Loteo original



Figura 16: Loteo propuesto

Posición del Prototipo				
Loteo original	51 %	15 %	17 %	17 %
Loteo propuesto	62 %	38 %	0 %	0 %

Tabla 2: Porcentajes de viviendas según posición del prototipo para las dos situaciones de loteo.

A los efectos de cuantificar la influencia de la orientación se analizó el comportamiento térmico del prototipo con orientación N-S y con orientación E-O. De este análisis se pudo observar que el prototipo E-O presenta en verano, una carga térmica 15% mayor que la que posee el de orientación N-S (ver fig. 17). En invierno es aún más notable la diferencia de comportamiento ya que el prototipo N-S presenta ganancias de calor (1806 W/día), situación deseable para esta estación,

mientras que el E-O presenta pérdidas de calor a través de la envolvente (-4333 W/día) o sea que requiere calefacción (ver figura 18).

Orientaciones	Carga térmica verano (W/día)	Carga térmica invierno (W/día)
Prototipo N-S	21794	1806
Prototipo E-O	24567	-4333

Tabla 3: Cargas térmicas totales según orientación del prototipo

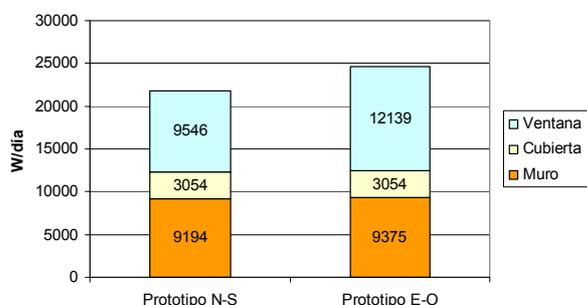


Figura 17: Carga térmica en verano del prototipo con diferentes orientaciones

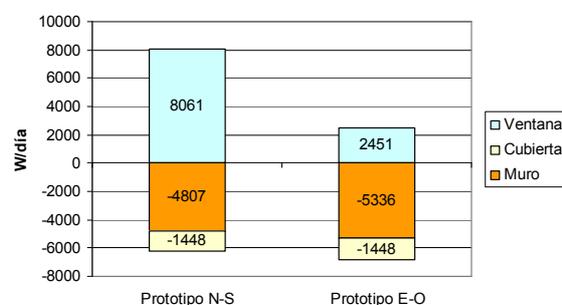


Figura 18: Carga térmica en invierno del prototipo con diferentes orientaciones

Análisis de los materiales de la envolvente:

El estudio del prototipo abarcó también el análisis de la envolvente que se realizó a partir de simulaciones del comportamiento térmico para la situación original del prototipo y para otras soluciones constructivas de muros y cubiertas seleccionadas en base a los resultados alcanzados en estudios anteriores (Ledesma et al, 2004).

Los elementos constructivos seleccionados se analizaron a partir de los cálculos de transmitancia térmica y la verificación de los valores establecidos por Normas IRAM (IRAM, 1996) para los niveles mínimo (nivel C) y recomendado (nivel B) con el programa computacional CEEMAKMP (G.Gonzalo, 2003).

En base a este análisis se pudo observar que la cubierta original del prototipo verifica los niveles mínimos y recomendados establecidos por normas IRAM para cubiertas. En cambio, los muros propuestos (mampostería de ladrillo macizo de 0,20) no verifican los niveles mínimos establecidos por IRAM para muros.

Al analizar las tres soluciones constructivas planteadas para los muros, se pudo observar que la mayor resistencia al paso del calor la presenta el muro de bloques de suelo-cemento y, si bien la alternativa propuesta para la cubierta presenta un mejor comportamiento térmico, la diferencia en relación a la original no resulta significativa.

Elemento constructivo	K calculado		Verif. K mínimo (Nivel C)			Verif. K recom.(Nivel B)		
	Ver.	Inv.	Ver. 1,80	Inv. 1,85	V.color 2,16	Ver. 1,10	Inv. 1,00	V.color 1,32
Ladrillo macizo 0,20 c/2 caras revoc. (original)	2,28	2,28	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Muro block H° 0,20 c/2 caras revoc.	1,73	1,73	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Muro 0,20 de ladrillo hueco c/2 caras revoc.	1,52	1,52	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Muro block suelo-cemento 0,20 c/2caras revoc.	1,28	1,28	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Cubierta chapa galv., cám.aire, pol.exp.2", yeso suspendido (original)	0,55	0,60	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cubierta chapa galv., cám.aire, lana de vidrio 2", foil de aluminio, yeso susp.	0,45	0,51	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 4: Características, propiedades térmicas de los elementos constructivos analizados

Con el objetivo de poder establecer el comportamiento térmico de los distintos tipos de muros (incluyendo las ventanas), se realizaron los balances térmicos considerando la influencia de estos elementos en forma exclusiva. De este análisis se pudo establecer que el mejor comportamiento lo presenta el muro de suelo-cemento ya que, para la situación de verano, requiere un 43% menos de energía para el enfriamiento artificial que el prototipo original (ver fig. 19) y para la situación de invierno requiere un 5% menos de energía que el prototipo original (ver fig. 20).

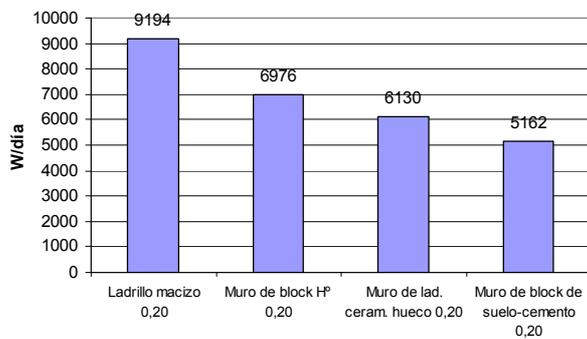


Figura 19: Consumo en refrigeración para verano

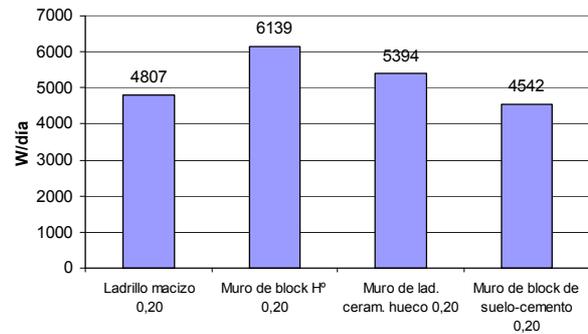


Figura 20: Consumo en calefacción para invierno

Teniendo en cuenta que: una de las estrategias establecidas para la situación de verano es la reducción de las ganancias de calor a través de la envolvente, que las superficies vidriadas son las que presentan un mayor intercambio térmico y que el prototipo original no prevé ningún tipo de protección solar, se analizó el comportamiento térmico del prototipo más adecuado (muros de suelo-cemento) con la incorporación de celosías, las cuales cumplen una doble función: obstruyen la radiación solar en verano y reducen las pérdidas de calor en invierno.

De este análisis se pudo observar que la incorporación de celosías permite reducir la carga térmica a través de la envolvente en verano en un 46% (ver fig. 21) y en invierno, permite incrementar las ganancias de calor en un 33% (ver fig. 22).

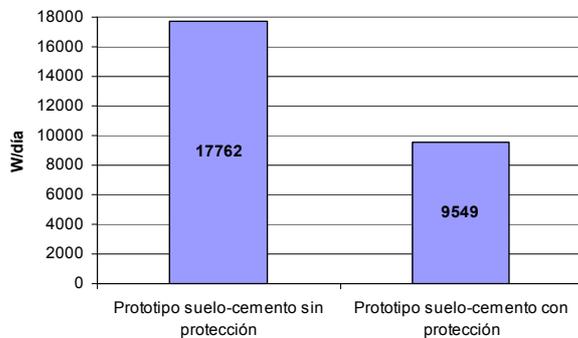


Figura 21: Carga térmica en verano del prototipo con protección solar en ventanas

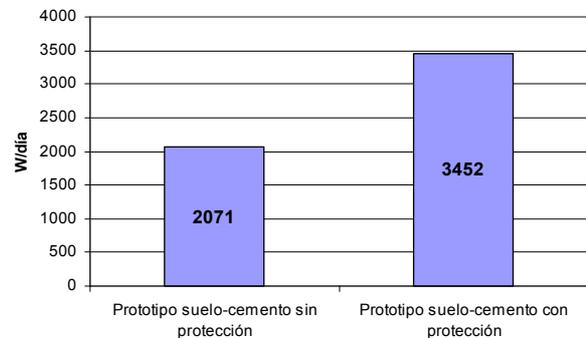


Figura 22: Carga térmica en invierno del prototipo con protección solar en ventanas

A partir del estudio realizado se pudo observar que propuestas básicas tales como: mejor orientación de las viviendas, correcta elección de materiales y protecciones solares en ventanas, permiten reducir la carga térmica en verano en un 56%. Para la situación de invierno, en donde la estrategia es la ganancia de calor a través de la envolvente, puede verificarse que la situación propuesta presenta una ganancia térmica superior en un 91% a la original con orientación Norte-Sur y en un 179% a la original con orientación Este-Oeste (ver fig. 23).

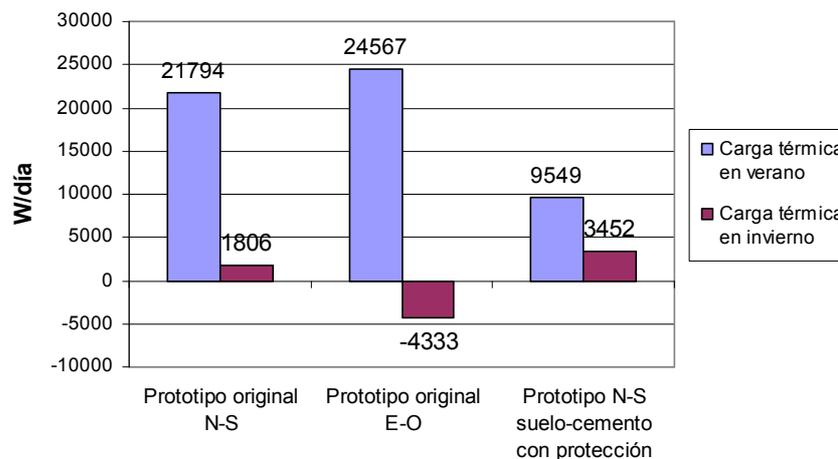


Figura 23: Carga térmica en verano e invierno para el prototipo original y el propuesto

CONCLUSIONES

A la ventaja en relación al comportamiento térmico se le suma la conveniencia económica, ya que si se tienen en cuenta los costos de los muros podemos observar que la situación propuesta es más económica, ya que el valor, incluyendo material y mano de obra, de un muro de ladrillo macizo de 0,20 (58 \$/m²) supera en un 81 % al valor del muro de suelo-cemento de

0,20 (32 \$/m²). Los datos de suelo-cemento fueron suministrados por docentes de la Cátedra de Construcciones 1, FAU, UNT.

Si bien la incorporación de celosías en las superficies vidriadas significan un mayor costo de la carpintería, el prototipo propuesto, considerando el ahorro por el material de los muros (suelo-cemento) y el incremento por las celosías, presenta en el costo total una reducción en el orden del 2% en relación a la vivienda original (ver tabla 5).

Costo del prototipo de vivienda original	\$ 45.918
Costo del prototipo con muros de suelo-cemento	\$ 43.222
Costo del prototipo con muros de suelo cemento y celosías	\$ 45.268

Tabla 5: Costo total del prototipo de viviendas con las propuestas de mejoramiento térmico.

Cabe destacar que la utilización de los bloques de suelo-cemento trae aparejado además un beneficio social, ya que el material propuesto puede ser fabricado por los pobladores locales, a partir de la utilización de herramientas y procedimientos de fácil aprendizaje y generar de este modo una fuente de trabajo para la población local.

REFERENCIAS

- Arias L.E., Alderete C.E. y G.E. Gonzalo (2002). "Comportamiento T-H de bloques comprimidos de suelo cemento". 1er Seminario Exposición La tierra cruda en la construcción del hábitat. Tucumán.
- Abdullatif E. Ben-Nakhi (2002). "Minimizing thermal bridging through window systems in buildings of hot regions", Applied Thermal Engineering 22, pp. 989-998.
- Gonzalo G.E. (2003). "Manual de Arquitectura Bioclimática". 2ª Edición. Ed. CP 67. Buenos Aires.
- Gonzalo G.E., Ledesma S.L., Nota V.M. y Martínez C.F., (2000). "Evaluación energética-económica del uso de aislación térmica en viviendas para climas cálido y frío". NUTAU'2000, Tecnología & Desarrollo, Brasil, pp. 1970-1977.
- Garrido Hilda (2005). "Población y tierra en la cuenca de Trancas provincia de Tucumán (República Argentina)". Cuadernos de Desarrollo Rural, n° 54, pp. 31-61. www.javeriana.edu.co. Acceso Abril 2007.
- Gonzalo et al (2007). "Evaluación de encuestas y relevamientos realizados en viviendas rurales en San Pedro de Colalao", Gonzalo G., Nota V., Martínez C., Llabra C. y Ríos E. - Proyecto PICTO UNT-ANPCYT N° 870. Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente – IAA – FAU – UNT. (inédito).
- INDEC (2001). "Censo Nacional de Población y Vivienda 2001". www.indec.gov.ar/web
- Kemal Çomaklı y Bedri Yüksel (2003). "Optimum insulation thickness of external walls for energy saving", Applied Thermal Engineering 23, pp. 473-479
- Ledesma S.L., Gonzalo G.E., Nota V.M. et al.(2003). "Estudios ambientales en aulas de escuelas públicas en San Miguel de Tucumán", ASADES, AVERMA, Vol.6.
- Ledesma S.L., G.E. Gonzalo, V. Nota (2000) "Análisis y evaluación de consumo energético de un prototipo de vivienda en zona cálido húmeda" Actas NUTAU'2000, X Congreso Ibérico e V Congreso Ibero-Americano de Energía Solar, San Pablo, Brasil, Agosto de 2000.
- Moreno R. (2007). Datos de encuestas y relevamientos cedidos por el Sr. Roberto Moreno, ex Delegado comunal de SPC.
- Normas IRAM 11601 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Condiciones de habitabilidad en edificios.
- Normas IRAM 11625 (1991). Acondicionamiento térmico en edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en muros y techos de edificios.
- Porta-Gandara M.A., E. Rubio y J.L. Fernández (2002). "Economic feasibility of passive ambient comfort in Baja California dwellings", Building and Environment 37, pp. 993 – 1001.
- Rajapaksha I., H. Nagai y M. Okumiya (2003). "A ventilated courtyard as a passive cooling strategy in the warm humid tropics", Renewable Energy 28, pp. 1755-1778
- Soldati E., Nota V., Sosa M., Montenegro S., Tonello G. (2006). "Elaboración y unificación del instrumento encuesta para viviendas en zonas rurales". Proyecto PICTO UNT-ANPCYT N° 870. (inédito)

ABSTRACT

Proposal of bioclimatic adaptation of low cost housing in San Pedro de Colalao, Tucumán

From the evaluation of the population and of the environmental conditions of houses at San Pedro de Colalao community, Tucumán, we studied a prototype of social house of a neighborhood of 41 units to be built at the mentioned locality, with the purpose to improve the housing habitability situation.

We evaluated the thermal and humidity conditions of the materials of walls, windows and roofs and the thermal global behavior of the prototype, with software, and considering: orientation, enveloping surfaces materials, solar protections and costs.

The study allowed accomplishing proposals of improvements, verifying that these proposals necessarily do not mean an increment in the final cost of the houses.

Keywords: Social houses, bioclimatic strategies, habitability.