



AUDITORIA ENERGETICA EN EL HOSTELLING INTERNACIONAL MALARGUE TECNOLOGIA DE CONSERVACION DE ENERGIA, USO DE ENERGIA SOLAR Y COMPORTAMIENTO TERMICO.

Alfredo Esteves, Victoria Mercado, Fernando Buenanueva, Gabriela Díaz, Johny Andino

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV-INCIHUSA-CONICET)
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT)
Av. Ruiz Leal s/n – Pque. Gral. San Martín – Mendoza – Argentina
Tel.: 54 261 4288797 int. 109 – Fax: 54 261 4287370
e-mail: aesteves@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: El estudio realizado consiste en una auditoria energética en las instalaciones del hostelling internacional Malargüe, en tres edificios que integran el conjunto, haciendo énfasis en el propio edificio del Hostel. Se han realizado estudios teóricos y de medidas in situ, para determinar la proporcionalidad de las pérdidas de energía que determinarían los alcances de cada solución propuesta, de manera de reducir el consumo energético. A continuación se estudió la posibilidad de incorporar un sistema solar pasivo de invernadero, para aumentar la ganancia de energía sobre todo en los meses intermedios y en los días soleados de invierno, incorporando debidas protecciones para los meses de verano. Se ha estudiado también la posibilidad de incorporar sistema de agua caliente solar para mejorar el ahorro de energía. Se han practicado las soluciones parcialmente y se muestran los consumos energéticos y medidas in situ con la nueva situación. Se puede observar un ahorro previsto de 30.5 % y un ahorro real de 21.5 % , dado que la cantidad de personas que se han alojado ha aumentado sensiblemente, esto constituye un ahorro significativo por persona alojada.

Palabras Calves: arquitectura sustentable, conservación de energía, rehabilitación térmica-energética

INTRODUCCIÓN

El Hostelling Internacional, se encuentra ubicado en la Ciudad de Malargüe, a unos 6 Km. desde el centro de la ciudad hacia el sur. En el lugar dan servicio de alojamiento en habitaciones con cuatro camas y lockers individuales. Posee también servicios de comedor, biblioteca y se realizan otras actividades de esparcimiento. Estas tareas se dividen en tres edificios que se muestran en la Fig. 1.

Los edificios tienen la misma tecnología constructiva, son viviendas industrializadas, utilizando madera como estructura e instaladas sobre una plataforma de ladrillo, tierra y hormigón. La cubierta se materializa en chapa por el exterior y por el interior con un cielorraso de machimbre de ½” de espesor de pino.



Figura 1: Edificios que conforman el conjunto del hostelling internacional.

Los muros son de doble placa tipo fibrocemento conformada con cemento, cuarzo y celulosa según fabricante con aislación térmica de lana de vidrio en el espacio intermedio (espesor 4 cm.). Las ventanas son de aluminio con DVH con cámara de 8 mm de espesor entre los vidrios. Las puertas son placas con simple contacto.

Clima del lugar

Los datos climáticos se obtienen de los registros suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional. La Tabla 1 muestra las temperaturas mensuales y anual, como se puede observar son inviernos muy rigurosos y veranos templados con noches frías (SMN-Estadísticas Meteorológicas, 2000).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Rad.Solar MJ/m ²	25	24	18	13.2	8.7	7	7.5	11.5	15	19	24	25.8	16.55
Max.Abs. °C	34.8	34.6	32.5	28	27.8	27.4	23	25.6	28.3	30.8	32	35	35
Max. Med. °C	28.6	27.5	24	20.3	15.9	11.9	11.3	13.5	17.1	20.9	23.9	27.1	20.2
Promedio °C	19.5	18.2	14.9	11.1	7.4	4	3.3	5	8.5	12.3	15.3	18.3	11.5
Min.Med. °C	10	9.3	7.1	3.6	0.6	-2.3	-3	-2.1	0.3	3.5	6.2	8.8	3.5
Min.Abs. °C	0.5	-1.3	-2.9	-6.9	-9.2	-12.3	-13.9	-13.8	-9.2	-5.3	-2.4	0	-13.9
Humed. Rel. %	49	53	61	63	65	66	66	61	55	50	46	45	57
Heliof. Rel. %	71	67	65	58	51	46	49	52	47	55	66	68	58
Precipitaciones mm	16	27	21	13	19	29	32	32	14	18	17	16	254
GC (TB:18C)	42	44	100	202	328	420	456	403	285	179	95	41	2595
GE (TB:23C)	8.9	3.6	1.1	0	0	0	0	0	0	0	1.2	5	19.8
Vel.viento km/hr	6	5	3	3	4	5	5	6	6	7	8	7	5

Tabla 1: variables climáticas en la Ciudad de Malargüe.

ANÁLISIS PRELIMINAR

El análisis presentado aquí se refiere al edificio central, donde se aloja la mayor cantidad de camas. En el análisis preliminar, se hizo una inspección ocular general, resultado de la misma se puede concluir parcialmente que:

- 1- La orientación de las viviendas es correcta, el lado mayor hacia el Norte maximizando potenciales ganancias en invierno, minimizando las ganancias al Este y Oeste en verano. La ubicación en el terreno, también es correcta, manteniendo una distancia entre ellas que permite un asoleamiento sin obstrucciones entre edificios. Figura 1.
- 2- El sistema constructivo tiene cerramientos con inclusión de aislamiento térmico, lo que se considera apropiado para la zona de implantación.
- 3- La tecnología de las ventanas es buena, con un buen sistema de cierre a las infiltraciones. Además posee una protección de totora (planta que se cultiva en el lugar), que es muy eficiente como aislación nocturna. Figura 2.



Figura 2: ventana de aluminio con doble contacto y doble.



Figura 3: ventana con protección de cortina de totora.



Figura 4: ingreso al edificio del hostel.

- 4- La puerta de ingreso posee una protección parcial contra el viento (Figura 4).
- 5- El sistema de calefacción es por losa radiante, ubicada en el piso. En la instalación del sistema no se ha colocado aislación térmica debajo del tendido de caños. Es interesante haberse elevado sobre el piso 0.60 m, en razón de evitar el contacto con el suelo, de las nevadas y la humedad que este propicia.
- 6- El ático ubicado entre el cielorraso y la chapa, se encuentra ventilado en exceso ya que posee aberturas sobre dos costados y rendijas en los dos restantes. Si bien es importante la ventilación para controlar la condensación debajo de la chapa, sin embargo, resulta excesiva y debe ser controlada.

- 7- La aislación térmica sobre el cielorraso, no tiene barrera de vapor que evitaría la condensación en el ático, además evitaría la caída de lana de vidrio hacia las habitaciones. Además no posee la continuidad necesaria, en todo el cielorraso. Figura 5.
- 8- El tramo de cañería de distribución de calefacción tiene una tirada importante entre edificios, razón por la cual, podría también presentar un enfriamiento adicional.
- 9- El sistema de agua caliente, con dos calefones en serie, que funcionan a destiempo, no simultáneamente, podría también ser causal de costos energéticos adicionales.



Figura 5: cielorraso desde el ático. Se puede observar que la aislación es incontinua.

Estudio del comportamiento térmico del edificio

Cada uno de los edificios se comporta de manera similar. En el balance térmico, es necesario conocer la conductancia de cada elemento, muro, techo, fundaciones, ventanas, etc. Con las mediciones se han determinado los valores de conductancias para poder evaluar las propuestas de mejoras lo más ajustadamente posible.

Se midió la temperatura del ático y del dormitorio del extremo sur-este y la exterior simultáneamente. Los resultados se pueden observar en la figura siguiente.

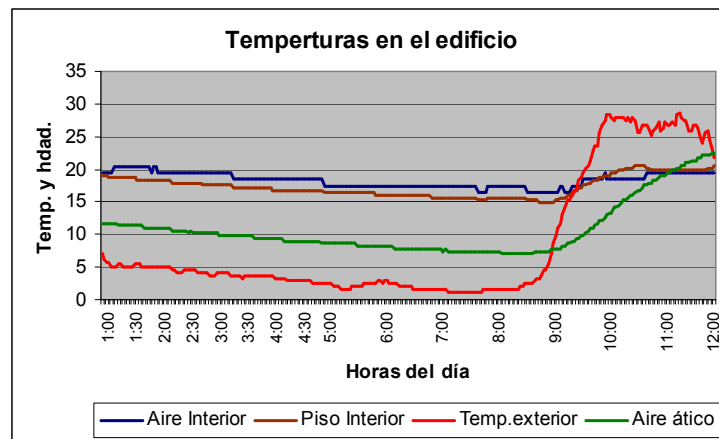


Figura 6: mediciones de temperatura en el edificio del hostel.

Se puede observar como la temperatura del ático resulta intermedia a la temperatura exterior y la del dormitorio. Si la aislación térmica funcionara mejor, la temperatura del ático debería ser más cercana a la temperatura exterior. Ahora bien, esto indica que éste (ático) funciona como un espacio con calefacción intermedia.

La transmitancia térmica del dormitorio hacia el ático, resulta ser de $2.34 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para la zona sin lana de vidrio y de $1.07 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ para la zona con lana de vidrio. Conociendo las temperaturas de cada sector se puede calcular la cantidad de calor que fluye a través del techo y de este modo obtener la transmitancia real tomando en cuenta la situación de que en parte no existe aislamiento térmico sobre el cielorraso, en parte, esta aislación térmica se encuentra aplastada haciéndola casi inservible. En estas condiciones la conductancia térmica promedio resulta ser de $1,21 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$, teniendo en cuenta que hacia el final de la noche sube hasta $1.4 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$. Este valor nos servirá para efectuar el balance térmico del edificio.

Por otro lado, el cielorraso adolece de una barrera de vapor, necesaria para que no fluya el vapor hacia el ático y para que no caiga filamentos de lana de vidrio al interior de las habitaciones.

Pérdida de energía por fundaciones

Las fundaciones y el piso por debajo de las cañerías del sistema de losa radiante no tienen aislamiento térmico y, por lo tanto, se pierde energía hacia el exterior a través de las fundaciones en el perímetro y hacia el suelo por el interior del basamento.

La transmitancia térmica desde el primer tubo de la calefacción cercano a la pared exterior, directamente hacia el exterior a través del zócalo de hormigón tiene una conductancia térmica de $4.27 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Pero no es el único camino, ya que el calor se irradia hacia abajo y afuera, adoptando trayectorias más largas y con menor conductancia. Se ha tenido en cuenta este efecto incorporando tres caminos con tres conductancias distintas que van disminuyendo a medida que nos acercamos al suelo natural.

La transmitancia por el basamento resulta variable teniendo en cuenta las trayectorias del calor. Varían como sigue, para el punto más cercano al tubo, $3.33 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; para el punto medio entre la pared y el suelo natural, $1.52 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; y para el punto cercano al suelo natural $1.37 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

BALANCE TERMICO

Teniendo en cuenta estos valores, se han conformado los balances térmicos, con los cuales se han obtenido los valores que se resumen en la Tabla 2 (Balcomb, 1982; Esteves et al., 2003):

Item	Valor
CNP ($\text{W}/^\circ\text{C}$)	389.0
Consumo anual (Kg. GE)	2277.6
Potencia (Kcal./hr)	11389

Tabla 2: figuras representativas del comportamiento térmico

De las pérdidas de energía, dadas por el CNP (Coeficiente Neto de Pérdidas), el 38.2% es por techos, dado la deficiente situación existente en el cielorraso. Las pérdidas por fundaciones representan el 12.4% y por infiltraciones el 20.7%, cuyos valores son altos también por la circunstancia de tanta ventilación del ático.

Como se puede apreciar, el mayor porcentaje de pérdidas ocurren por techo y muros. Sin embargo, no se tratan mejoras en muros, dado que ya se considera un muro eficiente dentro de la situación actual. Es necesario resolver otras pérdidas primero.

MEJORAMIENTO DE TECHOS

Se propone colocar aislamiento térmico de poliestireno expandido (telgopor) de 4 cm. de espesor pegándolo sobre la superficie del cielorraso. Se requiere colocar una tira sobre cada borde lateral y debajo de cada cabreada, que es donde la lana de vidrio no llega a cubrir, de acuerdo al esquema de la página siguiente.

Para disminuir la infiltración en el ático se propone sobre los lados laterales, pegar una cinta de membrana con aluminio autoadhesiva para bordes, cerrando las aberturas de estos costados. En las aberturas sobre los lados oeste y este, se pueden cerrar también, dejando solamente una raja equivalente a 1 metro de cada lado. De este modo, la conductancia del techo baja a $0.7 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Sería importante colocar una barrera de vapor que puede consistir en una película de polietileno de unos 100 micrones, en cada paño, tomada con chinchas y se colocada debajo de la aislación, inmediatamente encima del machimbre. Esto previene el ingreso de vapor al ático, que permanece más seco y evita la caída de la lana de vidrio hacia las habitaciones.

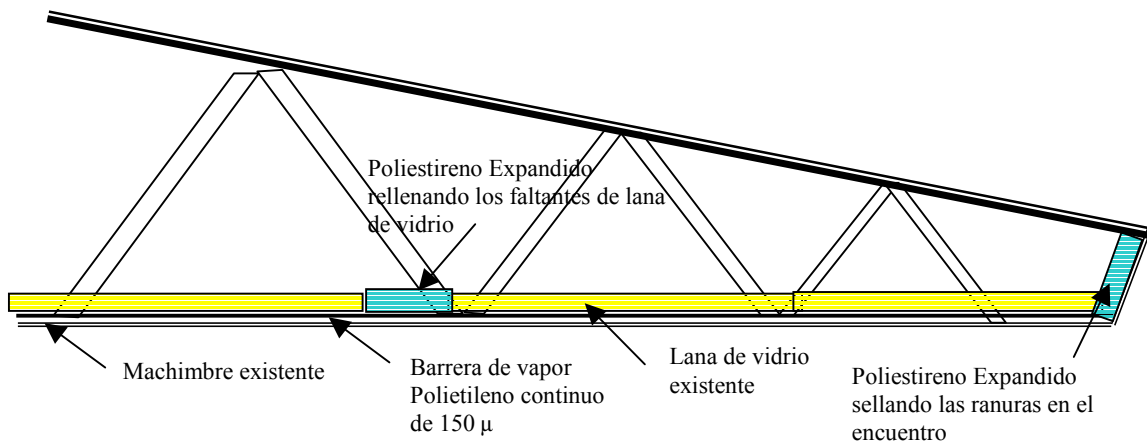


Figura 7: esquema indicativo de cómo mejorar la aislación térmica del ático.



Figura 8: fotos mostrando la colocación de la lámina de polietileno y el poliestireno expandido en los bordes y entre cabreadas cuando fuera necesario.

MEJORAMIENTO DE LAS FUNDACIONES

La pérdida de calor por las fundaciones, tiene además de la pérdida de calor, un efecto de acumulación en el basamento. Posteriormente, del calor acumulado hay entrega al ambiente interior y también pérdida hacia afuera. Por lo tanto, se propone mejorar la resistencia térmica, para disminuir las pérdidas propiamente dichas y también las pérdidas de origen acumulativo.

Se propone trabajar con una aislación térmica de poliestireno expandido de 4 cm. como elemento aislante que iría pegado a la actual fundación. Para colocarlo, se colocan 2 alfajías de álamo de 2" x 2" (puede ser sin cepillar) y se coloca entre ellas el telgopor. Luego se clava metal desplegado en ellas y se hace un revoque grueso con una capa de concreto al que se le añade un hidrófugo tipo SIKA 1 ó CERESITA, cuya preparación es de 1kg de hidrófugo en 10 litros de agua y con esta solución acuosa preparar el concreto para revocar. Esto evitará la subida de humedad por capilaridad por los cimientos.

La Figura 9 muestra un esquema de cómo de cómo se colocó el aislante térmico en este elemento y la Figura 10 aparece una foto donde muestra cómo quedó esta aplicación.

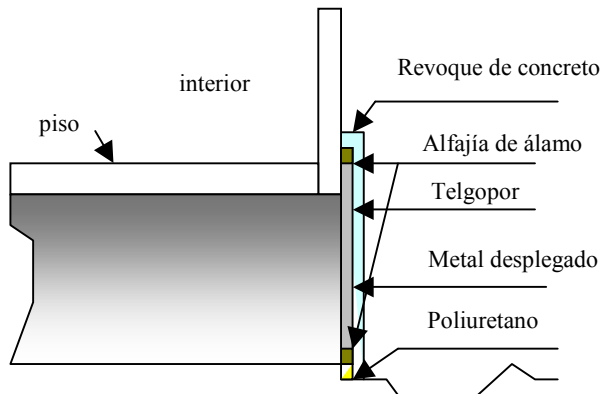


Figura 9: esquema de la incorporación de aislación térmica al basamento



Figura 10: foto de la incorporación de aislación térmica al basamento

Para evitar que la lluvia alcance el aislante y pierda sus características de aislante térmico, se debería colocar un fleje de chapa N° 20 ó 22, atornillado al muro y que cubra todo el ancho de la aislación térmica.

CONSTRUCCIÓN DEL INVERNADERO

La construcción del invernadero debe realizarse tomando en cuenta los detalles indicados por el Arq. Esteban Fernández. Sin embargo, es necesario tomar en consideración algunas premisas.

Se indica que mientras mayor sea la ventana, estaremos ganando más cantidad de energía. Sin embargo, no debería volcarse demasiado hacia la ventana de la primera habitación para evitar la sensación de encierro en ésta. Y sería mejor tener una parte opaca, donde va la cocina para dejar más intimidad a esta habitación.

El techo, también debería tener un sector opaco, de la parte que está más cercana a la construcción existente para que no sea demasiada la energía que colecte en la época intermedia (primavera y otoño).

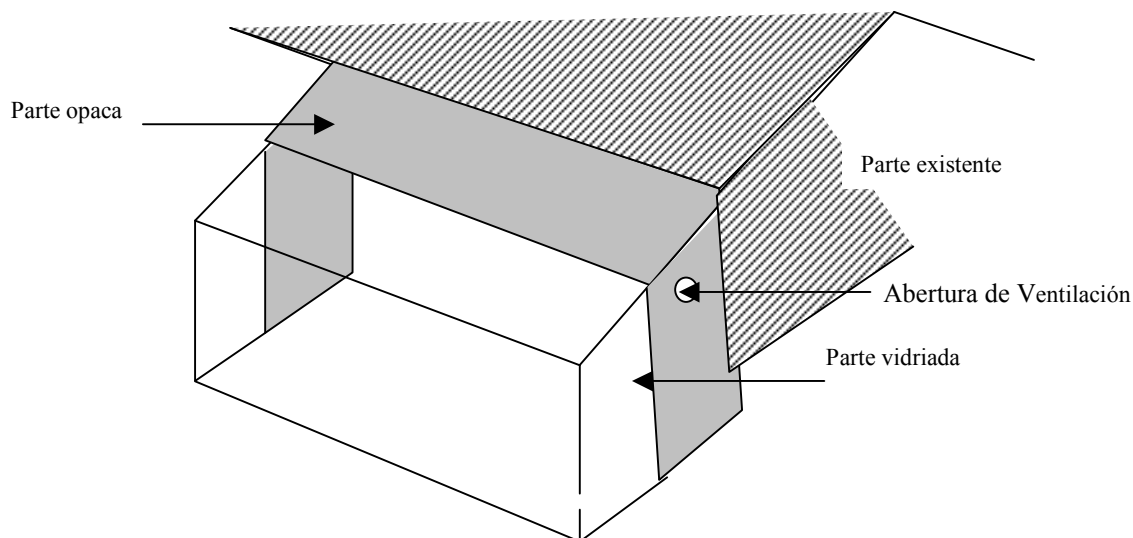


Figura 11: Esquema de la incorporación del invernadero y sus elementos.

MATERIALES

Para las partes vidriadas podría utilizarse vidrio, que en un primer momento puede ser simple pero que el marco pueda alojar vidrio doble (DVH) cuyos elementos se pueden adquirir y armarlo in situ. De cualquier manera, debe protegerse en las noches con la cortina de totora que es muy efectiva. También podría utilizarse una lámina de PVC transparente que se vende en Bolsa Plas (Mendoza) y podría ser más económico y tal vez más fácil de colocar dependiendo de la tecnología que se elija para esto. Se podría en este caso utilizar paños más grandes y admite utilizar abrojo.

Finalmente si la energía colectada es muy grande y sube la temperatura interior al punto de ser necesario abrir para ventilar y enfriar el local, se debería añadir masa térmica, para lo cual, se puede utilizar recipientes llenos con agua y sellados para que no se evapore. Estos se pueden pintar de un color oscuro, no necesariamente negro para posibilitar la acumulación de energía para las horas nocturnas.

En el diseño, se debería contar con ventanas de ventilación superiores (no en el techo), en las paredes laterales que funcionan si se llega a calentar en exceso (Roaf, 2003). La ventilación, hará disminuir la temperatura rápidamente.

CONSUMOS DE ENERGÍA

Los consumos de energía han ido disminuyendo a medida que el edificio fue adicionado con los trabajos necesarios. Por ejemplo, a partir de Junio de 2005, ya se había instalado la aislación de techo y a partir de agosto de 2005 se incorporó la aislación de los paramentos. La Figura 12 muestra la curva de ocupación desde enero de 2004 hasta julio de 2006, como se puede apreciar a partir de la primera línea indicada con el número 1, se aprecia el mayor ahorro del sistema. La línea indicada con el número 2 corresponde a la colocación de la aislación en el basamento. Se puede apreciar el menor uso de energía aunque aumenta considerablemente la afluencia de huéspedes.

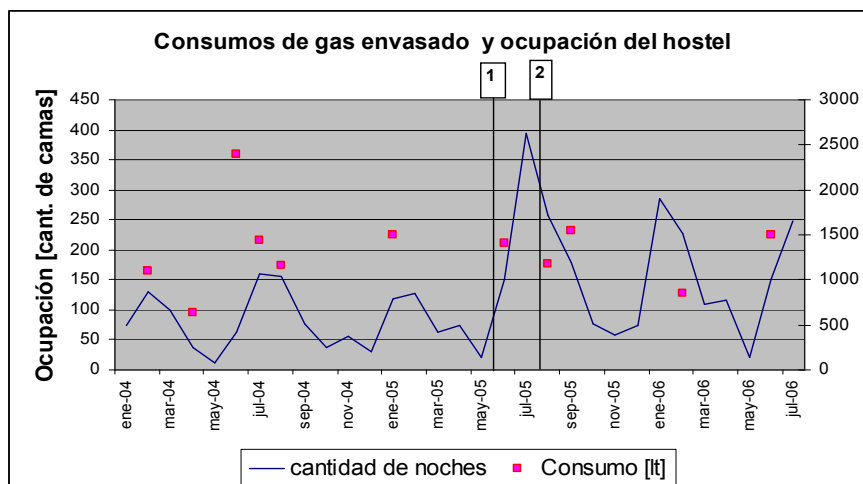


Figura 12: muestra consumos y cantidad de noches desde enero 2004.

La Tabla 3 muestra los valores de afluencia de personas antes y después de las mejoras. También muestra la mejora en el ahorro de energía a través del menor consumo

	Cantidad de noches	Consumo de gas (lt)	Consumo específico (lt/noche.persona)
Previo a Junio 2005	1337.5	8224.47	6.149136449
Posterior a Junio 2005	2351.5	6483	2.75696364

Tabla 3: Relación entre cantidad huéspedes (cantidad de noches), consumo de gas general y consumo por persona

CONCLUSIONES

La conservación de energía constituye una seria opción para generar ahorros en viviendas que no han sido concebidas como elementos que utilicen tales tecnologías. En el caso que se presenta, las viviendas del hostelling internacional de Malargüe, constituyen un ejemplo de las posibilidades potenciales para este tipo de viviendas y para este tipo de clima.

En este caso, el ahorro energético es notable, posiblemente también porque al realizar el cambio tecnológico los mismos propietarios han tomado en consideración lo que significa ahorrar energía y conocer los caminos por donde la misma está “escapando” y tratar de realizar correcciones en ese sentido.

ABSTRACT: The present paper describes the auditing in the International Hostelling of Malargüe, This one is part of a group of three buildings. Theoretical studies and measures in situ have been done in order to determine the proportionality of the energy losses that will help to decide the goalies of each propose solution, this way to reduce the energetic consumption. Next it has studied the possibility incorporating a passive solar system of sunspace to increase the energy gain in the intermediate months and in the sunny days of winter, incorporating which had protections for the months of summer. The possibility to incorporate “hot water system” has also been studied to improve the energy saving. The solutions have been practiced partially and the paper shows the energy consumptions and measures in situ in the new situation. An anticipated saving of 30,5% and a sensible real saving can be observed, this constitutes a significant saving by lodged person.

Key words: sustainable architecture, energy conservation, thermal-energetic rehabilitation

REFERENCIAS

- Balcomb D. Et al. "SLR Method". Passive Solar Handbook II. 1982.
- Esteves A., Gelardi D. 2003. "Docencia En Arquitectura Sustentable: Programa de Optimización de Proyectos de Arquitectura Basado en el Balance Térmico". *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 7, Ed. En CD ISSN 0329-5184. Tomo II, Secc. 10, pp. 31-36.
- Roaf S., Fuentes M., Thomas C. 2003. *Ecohouse 2*. Architectural Press. ISBN 0-7506-5734-0
- SMN Servicio Meteorológico Nacional – Estadísticas Climatológicas de la República Argentina – 1980-1990.