

VIVIENDA SOLAR ECONÓMICA PARA ENCLAVES DE ESCASOS RECURSOS POSIBILIDAD FRENTE AL DEFICIT HABITACIONAL RURAL

Esteves A.^{1,2}, Gelardi D.^{1,2}, Esteves M.³, Barea G.¹, Mercado MV.¹, Cuitiño G.¹

¹Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (INCIHUSA)
Centro Científico Tecnológico CONICET Mendoza
Av. Ruiz Leal s/n – Pque. Gral. San Martín – Mendoza – Argentina
Tel.: 54 261 5244309/4338 – web: www.mendoza-conicet.gob.ar/lahv
e-mail: aesteves@mendoza-conicet.gob.ar

²Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – FAUD – Universidad de Mendoza
Diag. Hammar skjold 774 – Mendoza – Argentina
Tel.: 54 261 4202017 int. 155 Web: www.um.edu.ar

³Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA)
Centro Científico Tecnológico CONICET Mendoza
Av. Ruiz Leal s/n – Pque. Gral. San Martín – Mendoza – Argentina

Recibido 07/09/15, aceptado 11/10/15

RESUMEN: Se presenta una vivienda económica, con tecnología de conservación de energía y sistemas solares para calefacción diurna de los espacios de estar y sanitario. Además se incorpora un inodoro solar seco, que reduce la necesidad de utilización de agua. Actualmente la vivienda se ha construido faltando equipamiento solar para calentamiento de agua y cocción de alimentos. Se observa un costo adaptado a posibilidades de escasos recursos económicos para paliar el déficit habitacional rural, lo que permitiría mejorar las expectativas en la zona rural y, a la vez, reducir en cierto modo el emigrar hacia zonas urbanas con el aumento consecuente de la pobreza en estos sectores.

Palabras clave: vivienda solar económica,, sistemas solares pasivos, sanitario solar

INTRODUCCION

Según el grupo de trabajo del Sustainable Building Alliance (SBA), el consumo energético en la fase de operación de un edificio en latitudes medias se realiza para diversos usos necesarios, entre los más importantes figuran (Wassouf 2014):

- a) para calefacción y enfriamiento de espacios
- b) para agua caliente sanitaria
- c) para cocción de alimentos
- d) para utilizar el equipamiento eléctrico
- e) de agua potable
- f) de agua no potable para otros usos

En la actualidad, estos consumos son nocivos al medioambiente porque emiten gases de efecto invernadero, reducen recursos no renovables del planeta y deterioran la salud de sus ocupantes.

Por otro lado, resulta imposible dejar de prestar atención a la crisis medioambiental, tanto en lo que respecta a la destrucción de la capa de ozono a causa de los clorofluorcarbonados, como al cambio climático generando la pérdida de hábitats naturales y diversidad debido a la contaminación, la desertificación, la deforestación y a los crecientes niveles de dióxido de carbono generados por los sistemas que operan los edificios y otras fuentes (transporte e industria) (The European Commission, 2010)

El cambio climático es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas y plantea uno de los desafíos actuales para la humanidad, donde los peores impactos probablemente recaerán en las próximas décadas sobre países en desarrollo. En este contexto, muchos pobres viven en situaciones que dependen fuertemente de las reservas naturales y de los servicios ecosistémicos, no tienen otras actividades financieras u otros recursos que les permitan adaptarse a los impactos climáticos, poco acceso a servicios sociales y a protección (Francisco, 2015).

Mil millones de personas en el mundo carecen de necesidades básicas satisfechas y entendemos como una prioridad mundial y el verdadero sentido de globalización que los países desarrollados se preocupen en dar solución a escala global a esas necesidades básicas, según la cultura de cada pueblo y su grado de desarrollo (De Juana, 2009). Consecuentemente, los que

vivimos en áreas más desarrolladas y tenemos acceso a energía por redes y a conocimientos maduros, debemos ponerlos a disposición de los que adolecen de los mismos y puede significar para ellos un impacto importante en su propio vivir.

La forma del edificio es a través de la cual, el clima ejerce su mayor influencia. La relación que ilustra mejor la relación clima-forma es la arquitectura vernácula. En ésta, el clima es simplemente una más de las influencias entre las que se incluyen aspectos socio-culturales, económicos, defensivos o religiosos, o aún la disponibilidad de materiales, desconocimiento técnicos y constructivos, que generan la forma de la arquitectura. Es en condiciones de baja tecnología (bajos recursos) que el clima juega el principal rol y se vuelve dominante en la solución utilizada (Coch, 1998).

Existe una relación pobreza-medio ambiente que depende de la zona en consideración, por ejemplo en zonas rurales aisladas semidesérticas existe sobreexplotación de recursos naturales con la consecuente reducción de productividad y hasta la eliminación de flora autóctona. Los jóvenes de estos lugares enfrentados a satisfacer sus necesidades tienen dos alternativas o sobreexplotar más los recursos o desplazarse a zonas marginales de lugares con más medios (ciudades, zonas urbanizadas de áreas rurales, etc).

La pobreza urbana está en cambio más ligada al problema ambiental vinculado más a las condiciones sanitarias inadecuadas o inexistentes y también a la falta de combustibles para cocinar, calefaccionar, calentar agua, acceso al agua potable, contaminación, descarga de residuos, etc.

Si bien no caben dudas de que la falta de recursos tiende a traducirse en presiones excesivas sobre los sistemas naturales frágiles y de baja productividad y sobre ambientes construidos marginales, todo lo que se haga para aliviar la situación de extremas dificultades socio-económicas de estos habitantes de nuestro país tiene prioridad por sobre los problemas que causa la contaminación.

Es importante introducir y expandir la tecnología y hábitos para hacer a los sistemas sociales más controlables por las personas mismas, de manera que la vida no dependa de fuentes no renovables.

En Argentina tal como ocurre en América Latina, existe una configuración socio económica y de infraestructura que se caracteriza por un crecimiento desparejo en cuanto a rentabilidad, eficiencia y posibilidad de acceso en agua, energía, materias primas y materiales. Se observa la Tabla 1, muestra la proporción para el total del país y para Mendoza para el período 1895 a 2001 (penúltimo censo).

Como se puede observar, el total de la población urbana del país se encuentra influenciado por el caso de la Capital Federal (100%) y la provincia de Buenos Aires (96.2 %). En el caso de Mendoza resulta ser menor, pero igualmente hay una tendencia de aumento a medida que pasan los años. Sin embargo, en la provincia de Mendoza, existe un 21.1% que viven en la zona rural y/o aislada de las fuentes de suministro, con el padecimiento de energéticos caros y otras fuentes como biomasa (leña) que por estar alejadas exigen un trabajo que demanda varias horas al día su aprovisionamiento (Esteves et al., 2014).

Tabla 1: Población urbana en porcentaje ¹								
Año	1895	1914	1947	1960	1970	1980	1991	2001
Total del país	37.4	52.7	62.2	72.0	79.0	82.8	87.1	89.3
Mendoza	24.4	32.1	49.2	60.4	66.2	68.9	77.8	78.9

Tabla 1: valores de población urbana en % para el total del país y para la provincia de Mendoza

Los datos del Censo 2010, Aproximadamente 2,3 millones de personas en casi 466.000 viviendas y 7.000 edificios públicos (escuelas, centro de salud, destacamentos de policía, etc.) se encuentran en áreas rurales en Argentina. El costo de la energía es \$ 0,34/kWh para GLP (garrafa social) y \$ 0,96/kWh para GLP normal y 0.86/kWh para la leña. Es importante ver que en zonas aisladas, el costo del combustible resulta 3 a 6 veces más caro que en zonas urbanas, sin contar las dificultades que existen en el aprovisionamiento y la disponibilidad de artefactos con mayor rendimiento.

En este trabajo se presenta una vivienda diseñada y proyectada para dar solución a la situación muy complicada de una familia de 5 personas, la madre Teresa Pacheco y sus 4 hijitos de corta edad, que no disponen de un lugar para vivir. En ese sentido, desde la Asociación de Apoyo Familiar de Mendoza, la Fundación El Goel, el grupo de oración Juan Pablo II y varias personas desinteresadamente hicieron aportes para permitir tanto la adquisición del terreno, como para construir la mencionada vivienda. En Setiembre de 2013 se firmó el boleto de compra-venta del terreno, que luego fue adquirido y escriturado a nombre de Teresa Pacheco el día 30 de enero de 2014.

¹INDEC - Datos para el desarrollo humano. <http://www.indec.mecon.gov.ar>

SITUACIÓN DEL TERRENO

Dadas las condiciones del terreno para el emplazamiento del edificio se observa que el mismo es muy extendido en dirección N-S, 31,68 m y poco en sentido E-O, 8.86 m. Esto condiciona el emplazamiento del edificio, dado que además se requiere dejar espacio para una futura ampliación de la calle Laureano Nazar por parte de Vialidad Nacional. El terreno cuenta con electricidad pero no con agua corriente ni cloacas. La fig. 2 muestra la posición relativa del mismo respecto de la Ruta 7 que lo conecta con la ciudad de Mendoza hacia el Oeste. La Figura 1 muestra una foto aérea del terreno, netamente rural, entre cultivo de olivos hacia el Oeste y la calle Laureano Nazar y cultivo de viñedos hacia el Este. Es de destacar que estos emprendimientos constituyen la fuente de trabajo para muchos habitantes de la zona, entre los cuales, se incluye a Teresa Pacheco. El suelo es arenoso con presencia de ripio y piedras (ver Fig. 4a). La napa freática se encuentra bastante profunda.



Figura 1: ubicación del terreno a construir. Izq. Respecto de Ruta 7 que une con Mendoza; (der.) se observa netamente la zona rural.

CLIMA DEL LUGAR

El clima de la zona de Fray Luis Beltrán, en el departamento de Maipú es semidesértico, pero la zona ocupa parte del Oasis Norte de la provincia. Reinan inviernos fríos, veranos cálidos y época intermedia con temperaturas de frescas a frías por la mañana y agradables por las tardes.

El clima reinante se puede observar en la Fig. 2 donde se indican las temperaturas medias y absolutas mensuales. Se observa la rigurosidad del clima con temperaturas de 0°C como mínima media en los meses de Junio y Julio y de 32°C como máxima media en el mes de Enero. La rigurosidad también se puede observar en los valores de grados-día de calefacción ($T_b = 18^\circ\text{C}$) que suma 1490 °C.día/año. Con respecto al recurso solar se observan valores elevados de radiación dados por mayoría de días claros en todos los meses. Esto llama la atención sobre tratar de utilizar sistemas de conservación de energía, a la vez, de incorporar sistemas solares tanto para calefacción, calentamiento de agua, cocción, etc.

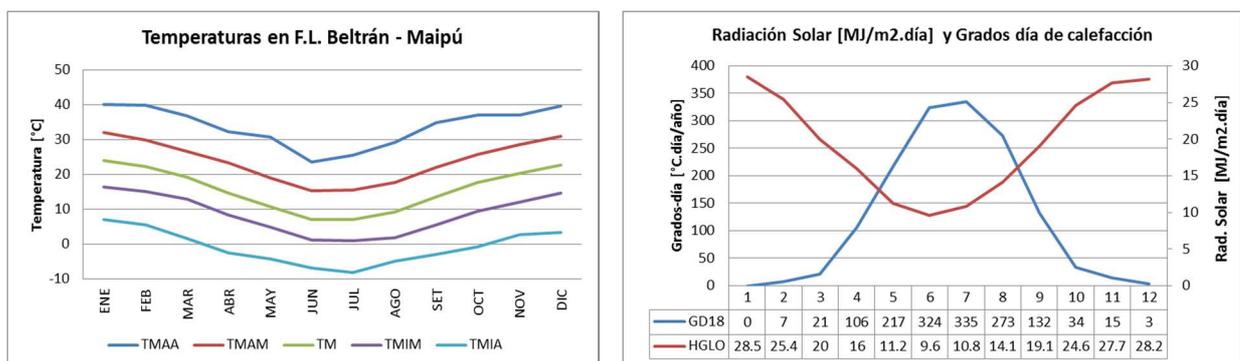


Figura 2: (izq.) temperaturas: TMAA Máxima Absoluta; TMAM Máx. Media; TM=Media diaria; TMIM=Mín. Media; TMIA= Mín. Abs.; (der.) Radiación Solar y Grados día de calefacción ($T_b=18^\circ\text{C.día/año}$).

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Se realizó un estudio de distribuciones posibles con énfasis en el cálculo del FAEP (Esteves et al., 1997), dando con ello paso a disminuir el impacto de la construcción dado el requisito del mínimo costo de la misma. De estas opciones se eligió la que aparece en la Figura 3, que permite mantener una parte de uno de los dormitorios como comedor, hasta tanto se pueda construir la futura ampliación.

El anteproyecto arquitectónico fue realizado conjuntamente por Inestudio Arquitectura e integrantes de la Cátedra de Procedimientos y Técnicas del Diseño Sustentable, específicamente Arq. Denise Lara y Arq. Andres Motta. El proyecto final se completó con el Arq. Matías Esteves y el Dr. Arq. Gustavo Barea, quienes se ocuparon también de las gestiones municipales; Ing. Pablo Gantuz realizó el cálculo y verificación sísmica de la estructura y Alfredo Esteves la conducción y dirección de obra. Los sistemas solares han sido diseñados por personal del INCIHUSA: María Victoria Mercado, Fernando Buenanueva, Roberto Sosa y Alfredo Esteves.

El proyecto consta de una primera etapa de 32 m², con dos dormitorios, uno mínimo para alojar a una cucheta (que sería ocupado por los 2 varones) y otro con 3 camas para alojar a 3 mujeres (madre y 2 hijas). En el extremo nortese ubica el comedor y en el paso al baño se ubica la mesada con la cocina. La ampliación prevista es una cocina-comedor de 4 m x 7,5 m (ver Fig. 3). Analizando la forma, el Factor de Area Envolvente/Piso FAEP = 3.1 ; Factor de forma, FF = 1.1 m-1 de la primera etapa. FAEP = 2.5; FF=0.9 m-1 para la segunda etapa.

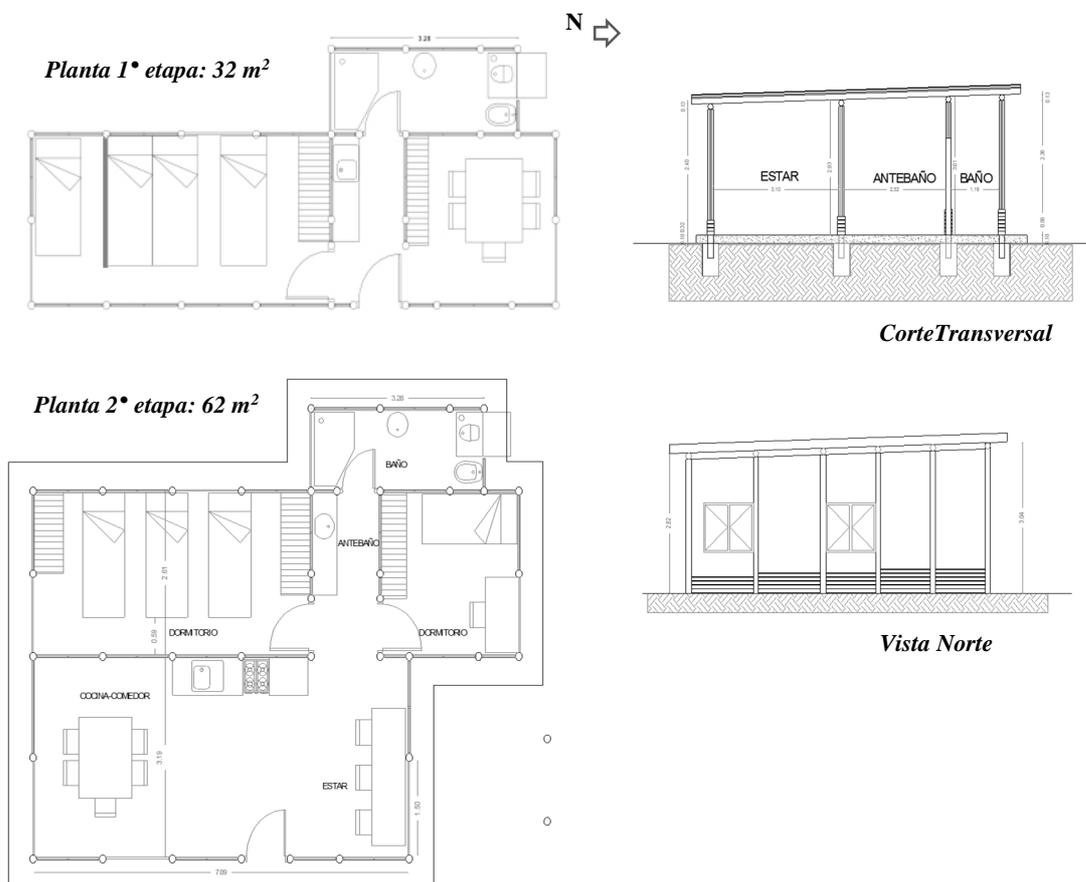


Figura 3: planos de planta 1° y 2° etapa, corte y vista de fachada N

TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA

La tecnología constructiva responde a la premisa de construcción rápida, en un lugar remoto y con riesgos de robos y/o usurpación del lugar. Además se adoptó la condición de incorporar conservación de energía y sistemas solares.

Estructura

Estructura de rollizos, columnas de eucalipto impregnado con sulfato de cobre para prevenir que la humedad del suelo pudiera degradarlo (Fig. 4b), además se coloca anclado en el piso enterrándolo en un dado de hormigón ciclópeo de 0,70 m de profundidad y de 0,40 x 0,40 m. La estructura de fundaciones se completa con vigas de 0,20 m x 0,20 m vinculando los postes a nivel de contrapiso (Fig. 4c). Una vez llenas las vigas de fundación de hormigón, se completó el contrapiso alisado (Fig. 4d). Las vigas se materializan con rollizos sin impregnar y canteados de 0,20 m y 0,10 m para cerrar los vanos y para sostener el techo (Fig. 4e).

El Techo se construyó con machimbre pino de 5/8" de espesor, barrera de vapor con pintura de emulsión asfáltica que a la vez, sirve de ligante del poliestireno expandido de 0,05 m de espesor y finalmente membrana de 4 mm con aluminio adherida con cemento de contacto en aerosol (Fig. 4f).

Cerramientos opacos y traslucidos

Los tabiques exteriores se realizaron con placas cementicias de 12,5 mm de espesor por el exterior, lana de vidrio de 0,05 m en el interior del mismo, junto a una barrera de vapor de polietileno de 200 micrones y una placa de roca de yeso de 12,5 mm como terminación interior (ver Fig. 4g).

Las ventanas exteriores son de madera (fruto de una donación al igual que las puertas) y se han adaptado para contar con ventilación e iluminación suficientes. Se diseñaron con simple contacto, simple vidrio y burletes. Las puertas de madera recicladas, también tienen simple contacto con burletes.

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

La conservación de energía se practicó en los elementos opacos de la envolvente. Lana de vidrio de 0,05 m de espesor en los muros, colocada entre placas a lo que se adiciona por el interior barrera de vapor de lámina de polietileno. Poliestireno expandido de 0,05 m en techos adherido con emulsión asfáltica como barrera de vapor. Las ventanas que ya tenían simple vidriado de 4 mm de espesor, se dejaron tal cual y se adaptaron para incorporar cortinas interiores. La Tabla 2 muestra la transmitancia térmica K de los distintos elementos utilizados. Los valores indicados cumplen con la Norma IRAM 11605, k_{max} admisible para techos = 1 W/m².°C y muros = 1.67 W/m².°C.

Elemento	K [W/m².°C]
Techo	0.664
Muro	0.578
Ventana	4.5
Fundaciones	0.72

Tabla 2: valores de conductancia térmica de elementos constructivos de la envolvente

El trabajo de construcción ha sido entremezclado con participación de los futuros usuarios, tomando en cuenta que habían tareas que se podía realizar en donde todos aportaban una ayuda. En el caso de la Figura 5 izq. se puede observar a los niños sellando las juntas entre placas y rollizos de columnas, ya que a pesar de estar canteados, en algunos casos, fue necesario sellar rendijas. En la misma Fig. 5 der. Se observa el interior de la vivienda, y el espacio construido sin cielorraso para adicionar el Sistema Radiante Solar Pasivo – SIRASOL para el ingreso de calor e iluminación natural desde el norte y por encima del techo.



Figura 4: secuencia constructiva del sistema tecnológico proyectado



Figura 5: vista interior izq. Sellando juntas y terminando sobredinteles.

SISTEMAS SOLARES

La tecnología de uso de energía solar se refiere al uso de sistemas que permiten incorporar calefacción en horas del día, tanto en comedor como en el baño, uso de energía solar para calentamiento de agua sanitaria y sistema de inodoro solar seco.

El sistema de calefacción diurno SIRASOL diseñado por Mercado se adapta para estos casos que no posee fachada el Ecuador disponible en dimensiones suficientes (Mercado et al., 2013). Se ha proyectado incorporar 2 sistemas, uno sobre la mesa del comedor y otro sobre la ducha del baño. Ambos se indican en la Fig. 6. A la izq., desde el interior se observa el SIRASOL del comedor y en la foto de la derecha, el correspondiente al que se instaló en el baño, visto desde el exterior.



Figura 6: sistema SIRASOL a) del comedor desde el interior; b) del baño desde el exterior

TECNOLOGÍA SOLAR EN SANITARIO

Con el objeto de ahorrar agua, dado que en el lugar no existe agua corriente, se instaló un sistema de inodoro solar seco, un SIRASOL para contribuir a la calefacción durante las horas del día, para tomar duchas más agradables y evitar así el uso del brasero, y en el futuro se agregará un sistema de calentamiento de agua solar.

La figura 8 muestra fotos del baño, e instalación del sistema de inodoro. Los sistemas de inodoros secos son sistemas utilizados en diversos lugares. En San Juan, Blasco Lucas menciona la construcción de un inodoro seco, que utiliza dos cámaras (Blasco, 2013). Estos inodoros cuentan con un artefacto que separa anatómicamente los efluentes líquidos de los sólidos. Aquellos se infiltran en un pozo y los sólidos pasan a una cámara. La cámara puede considerar el agregado de ceniza o tierra seca para mantener deshidratada la superficie. Blasco Lucas utiliza dos cámaras para permitir que mientras una termina de procesar los efluentes una vez llena, la otra permanezca activa (Blasco Lucas, 2013).

En el caso del inodoro solar diseñado, se cuenta también con un separador anatómico de líquidos y sólidos (Fig. 8c), además se utiliza una sola cámara, donde los sólidos se someten a una corriente de aire caliente que produce su deshidratación. La corriente de aire caliente la produce un colector de aire materializado con una cubierta de policarbonato alveolar de 8 mm que permite el ingreso de radiación solar a la cámara de deshidratación (por el exterior, dado que la mayoría de los sólidos está compuesto de agua); el resultado es un sólido de muy bajo volumen que se desgrana y queda como arena gruesa) (Serrano P., 1992).



Figura 7: SIRASOL en baño a) durante la instalación por el exterior; b) desde el interior se observa la chapa negra calefactora y la abertura para ingreso de iluminación natural.



Figura 8: tecnología utilizada en el baño: a) sistema de inodoro solar seco; b) inodoro desde el interior con escalera de acceso; c) taza anatómica con separación de sólidos y líquidos; d) vista de fachada N por el exterior con colector solar del inodoro solar seco.

El separador anatómico de sólidos-líquidos se materializó utilizando una bacha mínima de acero inoxidable para recoger los líquidos y una compuerta con tubo de conducción realizada a partir de una chapa de acero inoxidable de 0.5 mm.

BALANCE TERMICO DE INVIERNO

Para el invierno se realiza el balance teniendo en cuenta calefaccionar la vivienda hasta 18.9°C luego, el aumento requerido para llegar a 21°C (temperatura mínima de confort), se logra a través de las ganancias internas: equipamiento, presencia de personas e iluminación artificial, tomando en cuenta la expresión de Balcomb, 1983:

$$T_b = T_{set} - \frac{Q_{int}}{24.(CNP + U_c.A_c)}$$

Donde:

Q_{int}: ganancias internas por personas, iluminación y equipamiento [W]

CNP: Coeficiente Neto de Pérdidas [W/°C]

U_c: Transmitancia térmica del sistema solar [W/m².°C]

A_c: Superficie del sistema solar [m²].

Los resultados del balance térmico de invierno se muestran en la siguiente tabla 3.

Ítem	Vivienda s/mejoras
CNP	304 W/°C
Energía consumida anual	14208 kWh/año
- Leña	6100 kg/año
Potencia de calefacción:	6100 Kcal./hr

Tabla 3: Resultados del Balance térmico de invierno

Como se puede observar, el intercambio de energía, indicado por el CNP (Coeficiente Neto de Pérdidas) implica una mejora del 30% respecto de la construcción tradicional con ladrillón revocado ambas caras y 5 cm de aislamiento térmico en techos y en la misma proporción el ahorro en combustible para calefacción, que en este caso resulta 2800 kg/año menos de leña, considerando leña de la poda de frutales.

ANALISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realiza sobre la base de la parte ya construida y terminada y la parte faltante. En el caso de lo construido es todo lo referente a la construcción civil, faltando parte de las instalaciones sanitarias (tendido de agua) y parte de instalaciones de electricidad (distribución interior). Por lo tanto, se indican los valores al mes de diciembre de 2014 en la Tabla 4. Además los elementos faltantes se han tomado de los valores indicados en Revista Vivienda, 2015.

Como se puede observar, la construcción civil resulta con un costo total de \$ 1879/m². Este valor no contempla lo necesario para terminar las instalaciones, lo cual, implicaría un costo de \$ 700.0/m² más, por lo tanto, el resultado sería un valor alrededor de \$ 2875.-/m², tomando en cuenta la actualización de precios a agosto de 2015. Cabe destacar que se podría tomar en consideración beneficios y gastos de dirección técnica (20% adicional) y traslado de materiales (10% adicional), lo que terminaría generando un valor de \$ 3787/m². Es de destacar el beneficio que significa la construcción de varias viviendas en lugar de una sola unidad, dado que el factor de escala nos permitiría abaratar los valores de los materiales. A modo de comparación, los valores de la construcción de una vivienda social con materiales tradicionales, es de aproximadamente \$5500/m², por lo cual, este sistema resulta muy conveniente.

La Tabla 4 muestra los valores resultantes actualizados de los distintos ítems. La tabla superior indica todo lo ya construido. La tabla inferior las instalaciones faltantes y sus costos aproximados, tomando en cuenta, en ambos casos instalaciones económicas.

Item	Valor [€]
Planos, aforos, etc	2795.0
Muros	19075.4
Contrapiso	2491.2
Techo	6520.7
Ventanas	558.3
Total Materiales	31440.6
Total M.O.	28700.0
Total	60140.6
Costo/m2	1879.4
Instalación sanitaria	15000
Instalación eléctrica interior	17500
Total	32500

Tabla 4: valores de costos de rubros de la construcción de la vivienda. Parte superior lo ya construido, parte inferior las instalaciones faltantes. Valores en pesos argentinos actualizados a Agosto 2015.

CONCLUSIONES

Las sociedades deben construir sistemas sustentables de modo de poder controlar y hacer menos dependiente su futuro y a la vez, mejorar la calidad de vida de la población, especialmente la de menos recursos. En este trabajo se presenta un modelo de vivienda mínima, económica con conservación de energía y sistemas solares económicos y efectivos que permiten reducir tanto el costo de construcción como el costo operativo de la misma.

La vivienda ha sido construida entre Agosto y Octubre de 2014, e inmediatamente la familia fue mudada a la misma, dada las condiciones de inestabilidad y precarias que poseían en la construcción que ocupaban hasta el momento. Esto a pesar de faltar las instalaciones de extensión de agua y electricidad formal, pero les ha permitido ir apropiándose del lugar, y manejarse con mayor soltura y tranquilidad que en al anterior domicilio.

La presente representa una de las tantas posibilidades que tienen las energías renovables (en este caso la energía solar) de poder masificarse y crecer en las viviendas de la zona rural. Además constituye una solución ante el déficit habitacional actual que es muy elevado.

REFERENCIAS

Balcomb J.D., Barley C.D., McFarland R.D., Perry J.E. Jr., Wray W.O. and Noll S. 1983. Passive Solar Design Handbook, Volume Three. DOE/CS0127/2. Washington.U.S.Department of Energy.

Blasco Lucas I. (2013). Tesis doctoral: Arquitectura Sustentable en Hábitat Rural de Zona Árido-Sísmica: Aportes Teórico-Metodológicos. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad de Mendoza

Coch H. (1998). Chapter 4 – bioclimatism in vernacular architecture. In Architecture: confort and Energy. Ed. Gallo C., Sala M., Sayigh A.M.M. Pergamon.

De Juana, J.M.(2009). Energías Renovables para el Desarrollo. Ed. Paraninfo. Madrid.

Esteves A., Ganem C., Mercado M.V. (2014). Energy conservation and solar energy use for cooking.impact of its massive adoption in Arid Zone of Argentina. International Journal of Architecture, Engineering and Construction.Vol. 3, N° 1.

Esteves A., Gelardi D. 1997. "The Shape in Bioclimatic Building: the FAEP Factor". Proceedings of II Conference Teaching in Architecture.Florenca. Italia.

Mercado M.V., Esteves A., Filippín C., Flores Larsen S. (2013). Passive solar radiant system, SIRASOL. Physical–mathematical modeling and sensitivity analysis. Rev. Solar Energy.Vol.96 p. 10 - 20.

Revista vivienda.(2015). Listado de costos. Revista Vivienda. Latin Gráfica SRL. Buenos Aires.

Serrano P. 1992.Energía Solar paratodos.Ed. El Canelo de Nos. Santiago.

ABSTRACT:

A low-cost housing with technology for energy conservation and solar systems for daytime heating of living spaces and bathroom it is presented. Furthermore it includes a dry solar toilet that reduces the need of water for operate it. Currently housing has been built missing solar water heating and cooking equipment. It has taken into account cost adapted to possibilities of scarce economic resources de \$ 1879/m² (195 U\$\$/m²). With this solution it is possible to alleviate the rural housing deficit, improving expectations by persons in the rural area and, at the same time, reduce somehow the migration to urban areas.

Key words: low-cost solar housing, passive solar systems, sanitary solar