

EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD ECONOMICA DE ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIO-CLIMATICO A PARTIR DE UNA EXPERIENCIA REAL EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

Carlos de Rosa\*

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)  
Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas (IADIZA)  
C.C. 507 - 5500 Mendoza

RESUMEN

Condiciones de habitabilidad higrotérmica deficitarias son una situación común para la mayor parte de las viviendas de bajo costo construidas en el país a través de operatorias masivas. Este cuadro es particularmente grave en la provincia de Mendoza.

La necesidad creciente de construir mayor cantidad de viviendas con menores recursos va imponiendo una degradación progresiva en el parque habitacional, al priorizar los aspectos cuantitativos del problema en detrimento de los cualitativos. Dos motivos se suman para acentuar el deterioro de la calidad de vida de amplios estratos de población: la falta de calidad térmica de las envolventes edilicias y la imposibilidad económica de acceso a combustibles tradicionales para calefacción de espacios por parte de los usuarios. Si bien la planificación energética nacional (Dec. N° 2247-85 del P.E.N.) parece indicar que esta tendencia podría revertirse en el mediano plazo, es imprescindible identificar estrategias de diseño y constructivas que produzcan mayores beneficios con sobrecostos mínimos, compatibles con la actual situación coyuntural.

La experiencia realizada en Mendoza sobre la "solarización" de dos viviendas económicas de la Operatoria FONAVI, construidas por el IPV dentro de un conjunto de 100 unidades en Tunuyán, permite evaluar la efectividad económica de las estrategias de conservación de energía y sistemas solares pasivos implementados, para el clima de la localidad. La metodología utilizada incluye el análisis energético, económico y comparativo de una vivienda solar con su homóloga FONAVI. El trabajo no incluye estudios económicos a largo plazo. Los resultados principales indican sobrecostos del orden del 40% en la Vivienda Solar I respecto a la FONAVI, del todo incompatibles con la realidad económica del sector. La efectividad económica calculada arroja valores del orden de 4 a 1, para las estrategias de conservación de energía y los sistemas solares pasivos implementados para el clima de la localidad.

En las conclusiones se proponen estrategias que permiten lograr, en el mediano plazo, condiciones de habitabilidad aceptables, a partir de una construcción básica optimizada compati-

ble con los recursos actuales.

1. INTRODUCCION

La crisis habitacional que afecta a todo el país presenta características particularmente graves en la provincia de Mendoza. Según el censo de 1980, la necesidad de viviendas con adecuadas condiciones de habitabilidad y seguridad ascendía en la provincia a 159.062 unidades, para una población de 1.196.228 habitantes. Tomando como hipótesis de crecimiento poblacional para la década 1980-90 un valor del 22% (idéntico al de la década anterior), esta cifra ascenderá a casi 200.000 para el final de la misma (1). En la situación actual, agravada en su urgencia, particularmente en el gran Mendoza, por los efectos del sismo de 1985, es imposible pensar en dar respuestas integrales al problema en el corto plazo. Por otra parte, y esto parece inevitable, las políticas actuales para afrontar el déficit ponen cada vez más el énfasis en dar respuesta a los aspectos cuantitativos del problema en detrimento de los cualitativos (2).

La adopción de soluciones de emergencia que se perpetúan en el tiempo por falta de recursos, va imponiendo un deterioro progresivo al parque habitacional y por ende a la calidad de vida de amplios estratos de población. Este cuadro deficitario es particularmente agudo en los aspectos de habitabilidad higrotérmica y tiende a agravarse ante la necesidad de construir mayor cantidad de viviendas con menores erogaciones. Dos razones se suman para provocar esta situación: 1) falta de calidad térmica de las envolventes, y 2) la imposibilidad económica de acceder al uso de combustibles tradicionales para calefacción de espacios, en la cantidad necesaria, por parte de los usuarios. El decreto N° 2247-85 (22/11/85), del P.E.N.: "Programa de Uso Racional de la Energía" (3), parecería indicar que esta situación puede mejorar en el mediano plazo. Entre las recomendaciones del mencionado texto son de particular relevancia las siguientes:

1) "Promover la incorporación a los códigos de edificación de normas obligatorias que incrementen la conservación de energía en edificios y tengan especialmente en cuenta la realidad climática de la zona en que están localizados" (Anexo I, 9-1).

2) "Propiciar el uso de sistemas (solares) pasivos y activos para el acondicionamiento térmico de viviendas, promoviendo la incorporación a los códigos de edificación de normas

\*Arq. - M.A. Invest. Indep. ( CONICET )

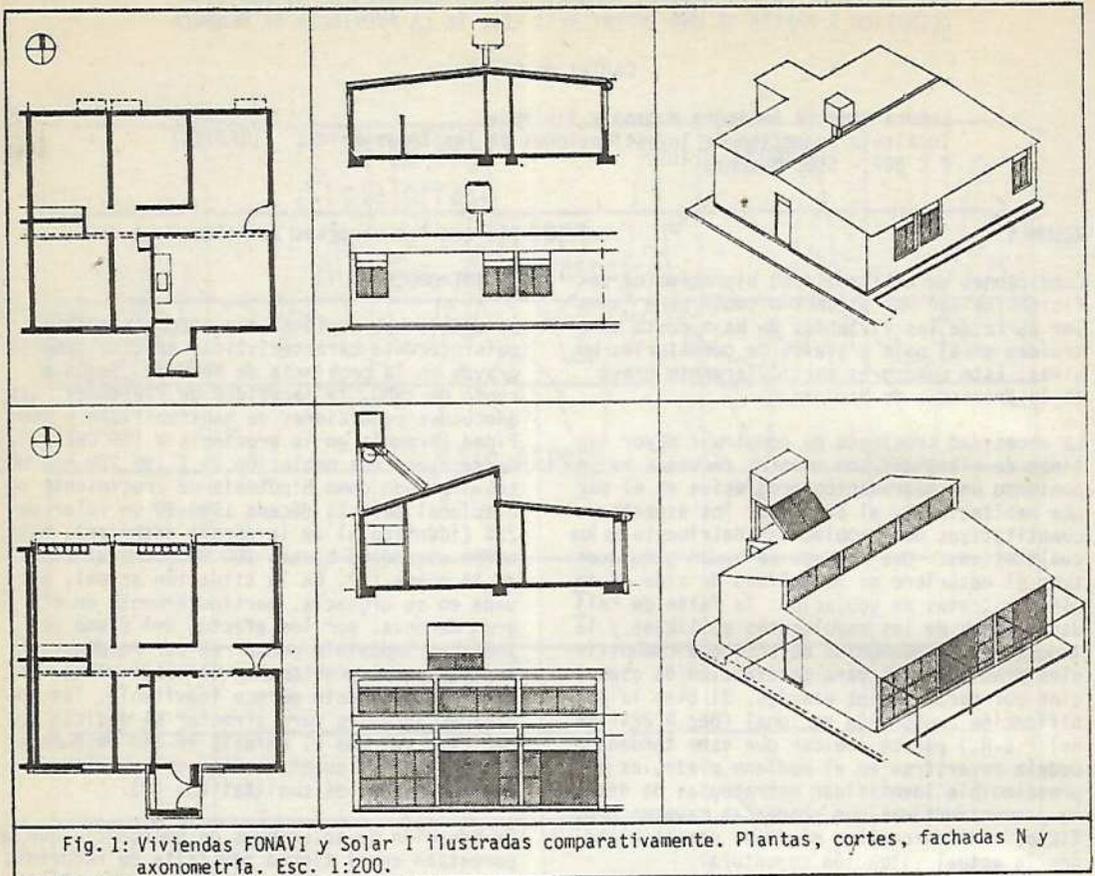


Fig. 1: Viviendas FONAVI y Solar I ilustradas comparativamente. Plantas, cortes, fachadas N y axonometría. Esc. 1:200.

obligatorias que lo hagan posible". (Anexo III 1-4). Una efectiva implementación de estas políticas tendrá en el mediano plazo un impacto decisivo en la realidad del sector.

La experiencia realizada en Mendoza, sobre la "solarización" de dos viviendas económicas, típicas de la Operativa FONAVI, construidas por el Instituto Provincial de la Vivienda, dentro de un conjunto de 100 unidades: el barrio "Arroyo Claro", en el departamento de Tunuyán (4), permite evaluar la efectividad económica de las estrategias de conservación de energía y sistemas solares pasivos implementados, para el clima de la localidad.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS VIVIENDAS

El proyecto de las viviendas solares fue realizado introduciendo modificaciones mínimas al diseño original del IPV, que presentaba buenas características de adaptabilidad, en la configuración, materiales y orientación. En tal sentido puede asimilarse más a un "retrofit" que a un proyecto totalmente nuevo (Fig.1).

Las viviendas típicas del barrio, todas de tres dormitorios, responden a una tipología

compacta, con sus lados mayores orientados en el sentido N-S y apareados en sus muros E y O respectivamente. Están construidas según las siguientes características:

1. Cubierta: Losa de hormigón de 10cm de espesor, poliestireno expandido (e=5cm) y chapa galvanizada acanalada. Terminación interior: yeso aplicado (e=1.5cm).
2. Muros exteriores: Ladrillón macizo (e=18cm) con encadenados horizontales y verticales de hormigón armado. Revoque exterior: grueso fratasado (e=2cm). Interior: grueso y fino (e=2cm).
3. Fundación: Platea de hormigón (e=10cm) con vigas de borde (30 x 40 cm).
4. Muros portantes interiores: Idem muros exteriores.
5. Tabiques interiores: Ladrillón de pandereite (e=8cm) con revoque grueso y fino de ambas caras (e=2cm por cara).
6. Carpintería exterior: Marcos de chapa doblada, hojas de madera de álamo de simple contacto. No se colocaron protecciones móviles (cortinas de enrollar) previstas originalmente, sobre las aberturas de espacios principales. Se las ha considerado en el presupuesto de la obra FONAVI.
7. Terminaciones interiores: Se han considera

do idénticas para las viviendas solares y FONAVI, en los aspectos de costo. Las realizadas en las primeras incluyeron algunas mejoras.

Cada una de las viviendas solares está apareada a una vivienda convencional, hacia el lado E de la misma. Su configuración general es idéntica, al igual que su superficie. Las estrategias de conservación de energía utilizadas son las siguientes:

1. Cubiertas: Aislación térmica adicional, de poliestireno expandido (e. total= 10cm).
2. Muros exteriores: Aislación térmica exterior de poliestireno expandido (e=7.5cm). Protección de la aislación: azotado de concreto y revoque sobre tela metálica (e=2.5cm) en Vivienda Solar I y ladrillo común de soda (e=12.5cm) en Vivienda Solar II.
3. Fundaciones: Aislación térmica y protecciones ídem muros exteriores. No se colocó aislación térmica entre platea y suelo.
4. Carpintería Exterior: Marcos y hojas de pino de doble contacto sin burletes. Ventanas al N vidrio simple. Ventanas al S y muros acumuladores vidrio doble.
5. Protecciones exteriores: Cortinas de enrollar de PVC y taparollos de chapa con aislación, excepto en ventanas al S (cocina y baño).
6. Vestíbulo de acceso: de mampostería revocada (e=12cm) y doble puerta (en Vivienda Solar I únicamente).

Los sistemas solares pasivos de calefacción de espacios se han mantenido dentro de la mayor simplicidad posible, limitándose a ganancia directa y muros acumuladores:

1. Ganancia directa (1 vidrio + cortinas de enrollar de PVC): Viviendas Solares I y II
  - . Estar 5.86m<sup>2</sup>
  - . Dormitorios al N (2) 3.37m<sup>2</sup>
  - . Comedor (ventana superior) 2.22m<sup>2</sup>
  - . Cocina y baño (ventana superior) 2.22m<sup>2</sup>
  - . Dormitorio al S (1) (ventana sup.) 2.22m<sup>2</sup>
2. Muros acumuladores (2 vidrios + cortinas de enrollar)
  - Vivienda Solar I
    - . Dormitorios al N (2) (Muros de agua: 220 l. por m<sup>2</sup> de vidrio) 8.35m<sup>2</sup>
  - Vivienda Solar II
    - . Dormitorios al N (2) (Muros de hormigón de 2400kg/m<sup>3</sup>, sin termocirculación, espesor de 25cm) 8.35m<sup>2</sup>

Como sistema de enfriamiento se ha planteado el convectivo nocturno, para lo cual se han redimensionado algunas aberturas al S, que es la dirección de los vientos dominantes en verano. Se han agregado además estructuras metálicas para sostener parrales, como estrategias de protección solar. No se las ha considerado como parte del sobrecosto.

### 3. ANALISIS ENERGETICO

La localidad de Tunuyán está ubicada en el Va

lle de Uco, a 80 km al S de la ciudad de Mendoza. Sus coordenadas geográficas son las siguientes: latitud: 33°33'S - longitud: 69°03'O altitud: 869 m.

Los datos climáticos relevantes para el cálculo se sintetizan como sigue:

Grados día de calefacción: 2.129 °GD  
 Radiac.glob.media mensual: 18.121 Kjou/m<sup>2</sup>/día  
 En ausencia de datos para Tunuyán, se han utilizado los disponibles para la Villa de San Carlos, situada 20.5 km al sur, sobre el mismo meridiano y prácticamente a igual altitud.

El análisis del comportamiento energético de las viviendas se ha realizado utilizando el método simplificado del Los Alamos National Laboratory (LANL) (6). Para la vivienda FONAVI y la Solar I se han obtenido los siguientes valores globales:

	FONAVI	SOLAR I
Sup.cubierta (m <sup>2</sup> )*	76.08	81.02
Coef.Net.Pér.** (CNP) Kcal/h°C	290.56	109.15
Frac.Ahorro Solar (FAS)%	10.69	75.69
Calor Aux.Nec. (Kcal/año)	13.259.367	1.355.242

\* La superficie útil de ambas viviendas es idéntica. Las diferencias se deben al mayor espesor de muros exteriores debido a la aislación en la Vivienda Solar I. Las superficies de intercambio han sido consideradas a ejes de muros en la vivienda FONAVI y a eje de aislación en la Solar I.

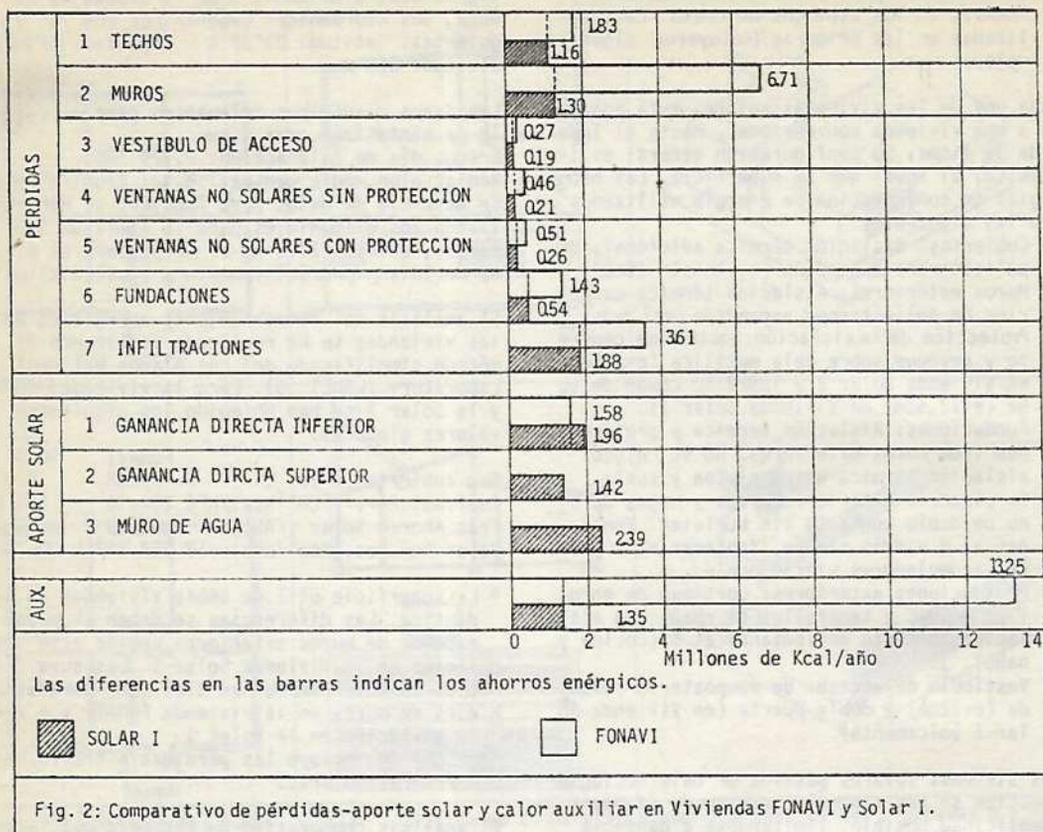
\*\*El CNP no incluye las pérdidas a través de aberturas solares.

El análisis comparativo de las pérdidas, aportes solares y energía auxiliar necesaria para ambas viviendas, se ilustra discriminado por estrategias de conservación de energía y aportes netos de sistemas solares utilizados (Fig.2)

Las viviendas fueron terminadas a principios de 1984 y habitadas inmediatamente. Han sido evaluadas desde el punto de vista de confort mediante mediciones en invierno y verano (5), mostrando un comportamiento satisfactorio en ambas estaciones. El análisis energético y económico se realizó para una vivienda FONAVI típica y para ambas viviendas solares. Se presentan los resultados para la vivienda FONAVI y Solar I.

### 4. ANALISIS ECONOMICO.

Dado que los valores reales del sobrecosto fueron distorsionados por el sistema de contratación de las viviendas solares como "adicional de obra", se consideró necesario realizar una nueva presupuestación comparativa, tanto para la vivienda FONAVI como para la Solar. Los presupuestos fueron realizados con una máxima precisión y objetividad, limitándose al costo de las obras. Una mayor exactitud se hubiera obtenido solicitando varios análisis de costos y trabajando con valores medios, pero ésto resul



tó imposible dentro de las limitaciones con que se trabajó.

Los valores obtenidos originalmente para octubre de 1985 han sido reajustados a Julio de 1986, según el incremento fijado por el INDEC para costos de la construcción: +34.63% entre esas fechas.

El costo total de la vivienda FONAVI, considerando cortinas de enrollar en ventanas de espacios principales, que no fueron provistas en la obra, es de: 14.224.06 A.

Los sobrecostos discriminados por estrategia de conservación de energía y sistema solar se ilustran en los cuadros siguientes (Fig. 3) y (Fig. 4).

Los valores totales de costo y sobrecosto de ambas viviendas:

	Costo total (A)	Sobrecosto (A)	%
FONAVI	14.224.06		
SOLAR I	20.118.22	5.894.16	41.43

##### 5. ANALISIS COMPARATIVO

Cotejando los beneficios energéticos y los

sobrecostos incurridos en estrategias de conservación de energía y sistemas solares implementados en la Vivienda Solar I, se obtiene una medida de la efectividad económica de los mismos. Los valores calculados se ilustran gráficamente (Fig.5) y en forma tabulada para estrategias y sistemas, incluyendo en estos últimos la efectividad calculada como la cantidad de calorías ahorradas anualmente por austral invertido en cada estrategia (Fig.6) y sistema (Fig.7).

Sintetizando los valores totales para la Vivienda Solar I se tiene: (Tabla 1).

##### 6. CONCLUSIONES

Para el clima de la localidad de Tunuyán, los beneficios energéticos obtenidos por la implementación de estrategias de conservación de energía superan a los del aporte solar de sistemas por un factor de 2.20. Desde el punto de vista del sobrecosto, estos beneficios se obtienen con inversiones en que los segundos superan a las primeras por un factor de 3.36. Las efectividades calculadas varían en favor de la conservación de energía por factores de 2.98 a 4.11, según se considere o no el aporte

RUBROS		FONAVI			SOLAR I			Sobrecosto	
N°	Tipo	Superf.	Costo Unit.	Costo Total	Superf.	Costo Unit.	Costo Total		
		m <sup>2</sup> ó m/l	A	A	m <sup>2</sup> ó m/l	A	A	A	+
1	Techos	73.25	31.68	2.320.56	79.18	33.72	2.669.95	349.39	15.06
2	Muros exteriores	61.88	25.95	1.605.78	66.88	36.05	2.411.02	805.24	50.15
3	Puerta de acceso y vestíbulo	1p	87.50	87.50	2p vest.	301.25	301.25	213.75	244.28
4	Ventanas no solares sin protección	1.57	67.31	105.67	1.57	129.38	203.13	97.46	92.23
5	Ventanas no solares con protección	3.60	136.47	491.29	1.54	180.23	277.55	-213.74*	-43.50
6	Fundaciones	29.02	15.74	456.77	29.66	18.75	556.12	99.35	21.75
Total rubros				5.067.57			6.419.02	1.351.45	26.27

\*Sobrecosto negativo debido a la reducción de superficie de aberturas al 5.  
Fig. 3: Detalle de costos y sobrecostos de estrategias de conservación de energía en viviendas FONAVI y Solar I.

SISTEMAS		FONAVI (Supresiones)			SOLAR I			Sobrecosto		
N°	Tipo	Superf.	Costo Unit.	Costo Total	Superf.	Costo Unit.	Costo Total			
		m <sup>2</sup>	A	A	m <sup>2</sup>	A	A	A	+	
1	G.D.SUPERIOR 1V + PN	1	Carp.+Cort.enrol.			9.24	180.23	1.665.31	828.67	9905
		5.40	136.47	736.96						
		2	Muro ext. + revoque							
		3.84	25.96	99.68						
Total (1+2)				836.64						
2	G.D. SUPER. 1V + PN	-	-	-	6.67	180.23	1.202.13 1.903.15	1903.15	-	
3	MURO AGUA 2V + PN 235 l/m <sup>2</sup> v	2	Muro ext.+ revoque			8.35	242.83	2.027.63	181089	83551
		8.35	25.96	216.74						
Total Sistemas				1.053.38			5.596.09	4.542.71	32032	

\*Costo adicional por modificación de estructura del techo para colocar ventanas superiores (70102 A).  
Fig. 4: Detalle de costos de supresiones y sobrecostos de sistemas solares en Viviendas FONAVI y SOLAR I.

(Tabla I)

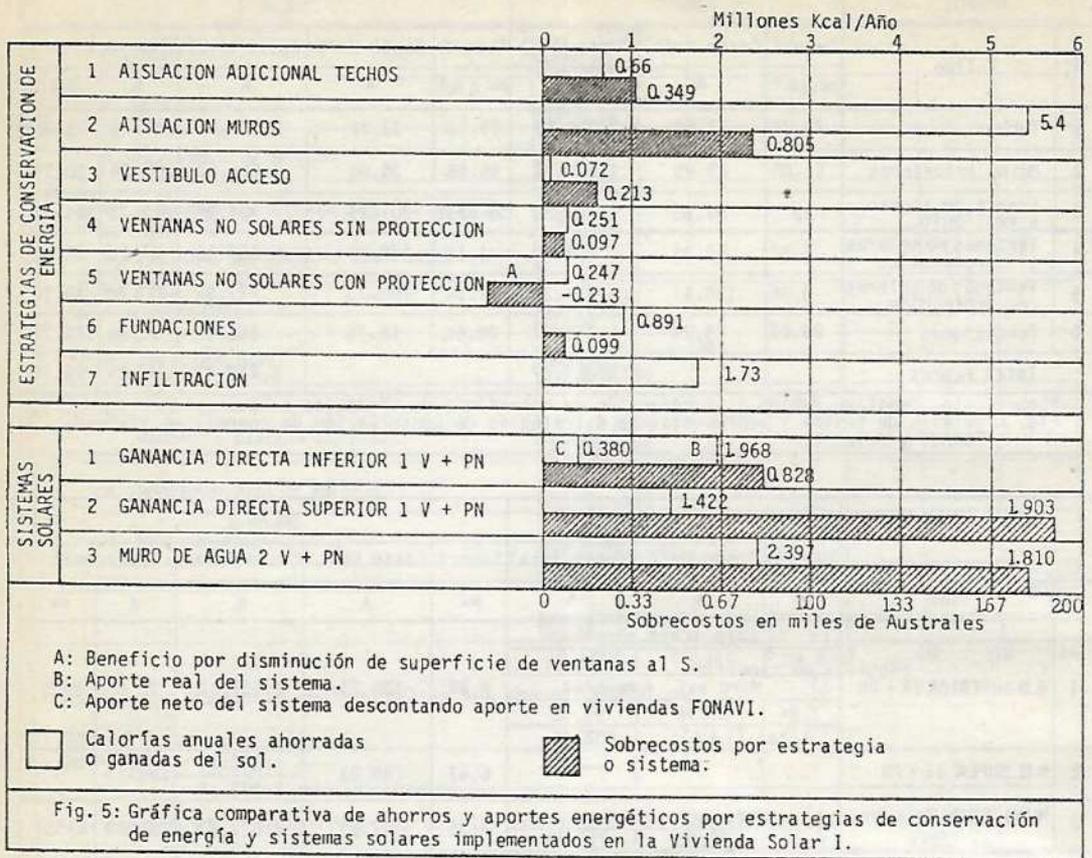
ESTRATEGIAS Y SISTEMAS	BENEFICIO ENERGETICO		SOBRECOSTO		EFFECTIVIDAD MEDIA
	Kcal/año	%	A	%	Kcal/año/A
Conservación de energía	9.269.349	62.43	1.351.45	22.93	3.805.74
Aporte solar	4.200.905	28.29	4.542.71	77.07	1.274.17

1. Porcentajes de la carga térmica total de la vivienda FONAVI, sin aporte solar: 14846453 Kcal/año
2. Efectividad media sin considerar el aporte solar en la vivienda FONAVI.

solar obtenido por ventanas al N en la vivienda FONAVI. El valor medio de estas alternativas es de 3.46.

Dentro de los beneficios obtenidos en estrategias de conservación de energía, las de mayor efectividad corresponden a la aislación de muros y fundaciones: 6.714.74 y 8.974.86 Kcal/año/A, respectivamente. La diferencia entre ambas cifras se debe al mayor costo relativo de fundaciones con respecto a muros exteriores en la vivienda FONAVI. El sobrecosto de las

medidas de control de infiltraciones es difícil de estimar, ya que se encuentra distribuido en varios rubros y requeriría de por sí un estudio detallado. Los valores de infiltración utilizados en el cálculo han sido: 1.5 y 0.75 renovaciones por hora para las viviendas FONAVI y Solar I, respectivamente. Para los sistemas solares, la ganancia directa inferior supera netamente en efectividad económica al muro acumulador de agua, por un factor de 1.79. La efectividad de la ganancia directa superior se ve seriamente disminuida por



el mayor costo estructural, necesario para producir el desnivel de techos, en un factor de 2.36. Por otra parte, problemas de estratificación y fugas de calor por exfiltración alrededor de los paños operables de la carpintería contribuyen a comprometer aún más su efectividad, lo que ha sido corroborado por las mediciones realizadas en las viviendas en lo referente a confort (5).

Como resulta evidente, durante el proceso de diseño y cálculo no se contempló la optimización económica de la combinación de estrategias de conservación de energía y sistemas solares. Este análisis, realizado a posteriori, utilizando el método desarrollado por Douglas Balcomb (8), indica claramente la conveniencia de incrementar la inversión en medidas de conservación de energía y una reducción sustancial de las superficies colectoras y su consecuente costo. Además, dado el sobrecosto desmesurado de las carpinterías utilizadas en la Vivienda Solar 1, el nuevo cálculo se realizó con carpinterías del mismo diseño ejecutadas en madera de álamo en lugar de las de pino colocadas, obteniéndose para el rubro una reducción

del orden del 13 al 17%, según los casos.

Sintetizando los valores más significativos de este nuevo cálculo, obtenemos:

- a) Estrategias de conservación de energía:
- . Aumentar la aislación de techos a 223 mm de poliestireno expandido.
  - . Aumentar la aislación de muros a 151mm de pol. exp.
  - . Reducir la aislación de fundaciones a 43 mm de pol. exp.
  - . Reducir las infiltraciones a 0.48 (0.50)\* R.H. Mínimo compatible con calidad del aire.
- b) Sistemas solares:
- . Reducir el área de G.D.1 V + PN a 8.71m<sup>2</sup>\*
  - . Reducir el área de M.A.2 V + PN a 5.81m<sup>2</sup>\*
  - . Reducción total del área colectora: 40.14%
- \* La reducción del área colectora de ganancia directa permite eliminar las ventanas superiores, ahorrando consecuentemente el costo estructural necesario para producir el desnivel de techos: 701.02 \$, quedando como problema a resolver la distribución interna de calor en la vivienda.
- c) Coeficiente neto de pérdidas:
- . Vivienda Solar 1:                      CNP=109.15Kcal/h°C

CONSERVACION DE ENERGIA		AHORRO ENERGETICO		SOBRECOSTO		EFFECTIVIDAD
Nº	ESTRATEGIAS	kcal/año	%	A	%	kcal/año/A
1	Aislación adicional techos	668.846	7.21	349.39	5.93	1.914.32
2	Aislación muros exteriores	5.406.978	58.33	805.24	13.66	6.714.74
3	Puerta de acceso y vestíbulo	72.045 <sup>2</sup>	0.77	213.75	3.63	337.05
4	Ventanas no solares s/protección	251.392 <sup>2</sup>	2.71	97.46	1.65	2.579.43
5	Ventanas no solares c/protección	274.304 <sup>2</sup>	2.68	-213.74	-3.63	2.314.06 <sup>4</sup>
6	Aislación fundaciones	891.652	9.62	99.35	1.68	8.974.86
7	Control infiltración	1.731.132	18.67	- <sup>3</sup>	-	
TOTAL ESTRATEGIAS		9.269.349	10000	1.351.45	22.93	EFFECTIVIDAD MEDIA 3.805.74

1 El valor porcentual del sobrecosto se refiere al total: conservación de energía + sistemas solares  
2 Ahorros energéticos por conducción solamente.  
3 El sobrecosto por estrategias de control de infiltraciones se encuentra incluido en los rubros 3, 4 y 5.  
4 El sobrecosto negativo se debe a la reducción de superficies de ventanas al sur. La efectividad se duplica.

Fig. 6: Valores de ahorro energético, sobrecosto y efectividad de estrategias de conservación de energía implementadas en Vivienda Solar 1.

Vivienda solar rev. CNP= 83.31Kcal/h°C  
La reducción de CNP es del 23.67%

a) Energía Auxiliar necesaria:

Vivienda Solar I: 1.355.242 Kcal/año

Vivienda Solar rev: 1.217.447 Kcal/año

La reducción de la energía auxiliares del 10.16%

e) Sobrecostos: Los valores finales de sobrecostos equilibrados son muy cercanos:

	★	%
Cons.de En.:	2.580.48	49.44
Sist. Sol. :	2.639.25	50.56
Total	5.219.73	

Con respecto a la vivienda FONAVI:

Costo FONAVI: 14.224.06

Sobrecosto 5.219.73 +36.69

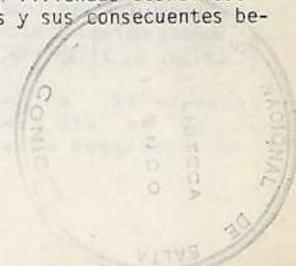
Costo Sol. Rev. 18.966.15

El sobrecosto total con respecto a la Vivienda Solar I se redujo de 41.42% a 36.69%, es decir 4.73%.

Desde el punto de vista de la mayor inversión necesaria, sobrecostos del orden de 35 a 40% son absolutamente incompatibles con la realidad económica de la vivienda de interés social de producción masiva, al menos en el corto plazo. En el caso que se analiza, el diseño de las viviendas solares se mantuvo dentro de los límites de máxima economía, compatibles con un buen comportamiento térmico y durabilidad. Por otra parte, los valores relativos del sobre-

costo se incrementan considerablemente al crecer la calidad tecnológica de las viviendas. Dado que la producción de viviendas debe continuar con ritmo creciente, el énfasis debería ponerse en la optimización de diseños que por sus adecuadas características de: factor de forma, orientación y materiales utilizados (masa), permitieren una recuperación gradual de la calidad térmica de las viviendas, mediante inversiones escalonadas en el tiempo, para lo cual debería prestarse a los usuarios, mediante una política sostenida, la necesaria asistencia social, técnica y financiera.

Desde el punto de vista tecnológico, resulta imprescindible un desarrollo específico, con el objeto de mejorar comportamientos térmicos y durabilidad con sensibles disminuciones de costos, en los siguientes rubros: aislaciones exteriores fijas y sus correspondientes protecciones, carpinterías industrializadas de buena estanqueidad y supresión de puentes térmicos, y dispositivos de aislación móvil sobre superficies vidriadas. Esto posibilitaría una efectiva implementación, en el mediano plazo, de las políticas planificadas en el Decreto 2247/85 del P.E.N., en viviendas económicas de operatorias masivas y sus consecuentes beneficios sociales.



APORTE SOLAR		GANANCIA NETA		SOBRECOSTO		EFFECTIVIDAD
Nº	SISTEMA	Kcal/año	%	A	%	Kcal/año/A
1	GANANCIA DIRECTA INFERIOR 1V + PN	1.968.200	34.00 <sup>5</sup>	828.67	14.06	2.375.13 <sup>3</sup>
		-1.587.215 <sup>2</sup>	9.07 <sup>6</sup>			459.75 <sup>4</sup>
		380.985				
2	GANANCIA DIRECTA SUPERIOR 1V + PN	1.422.200	24.57 <sup>5</sup>	1.903.15	32.29	1.006.43
			33.85 <sup>6</sup>			
3	MURO AGUA 2V + PN 235 l/m <sup>2</sup> v	2.397.800	41.43 <sup>5</sup>	1.810.89	30.72	1.324.10
			57.08 <sup>6</sup>			
TOTAL SISTEMAS		5.788.200 <sup>5</sup>	100.00 <sup>5</sup>	4.542.71	77.07	Efect. media
						1.274.17 <sup>7</sup>
		4.200.905 <sup>6</sup>	100.00 <sup>6</sup>			974.75 <sup>8</sup>
						1.099.46 <sup>9</sup>

1 El valor porcentual del sobrecosto se refiere al total: conservación de energía + sist. solares  
2 Se resta en este rubro el aporte solar de ventanas al norte en viviendas FONAVI.  
3 Valores reales de aporte y efectividad del sistema sin descontar el valor 2.  
4 Valores netos de aportes y efectividad descontando el valor 2.  
5 Totales y porcentajes considerando el aporte real del sistema.  
6 Totales y porcentajes considerando el aporte neto del sistema.  
7 Efectividad media considerando valor 3.  
8 Efectividad media considerando valor 4.  
9 Efectividad media absoluta valores 7 y 8.

Fig. 7: Valores de aporte solar, sobrecosto y efectividad por sistemas implementados en la Vivienda Solar I.

## 7. RECONOCIMIENTOS

El estudio detallado de costos de las viviendas FONAVI y SOLAR I y II, cuya seriedad es condicionante primordial en la confiabilidad de los resultados del trabajo, ha sido realizado por el Sr. José Garípoli, de la Dirección de Obras de la U.N.C.; con un máximo grado de consulta, análisis y desagregación de la información pertinente.

## 8. REFERENCIAS

1. Podestá, R.: "El problema de la vivienda en Mendoza". Mendoza 84. Realidad y Futuro. INCA Editorial. Mendoza. 1984.
2. de Rosa, C.: "Vivienda, Habitabilidad y Energía". Mendoza 84. Realidad y Futuro. INCA Editorial. Mendoza. 1984.
3. Poder Ejecutivo Nacional: "Programa de Uso Racional de la Energía". Decreto N°2247/85. Buenos Aires. 22/11/85.
4. de Rosa, C.; Lelio, G.; Vilapriño, R.; Solanes, F.; Puig, A.: "Viviendas Solares Arroyo Claro". Actas de las Jornadas de Energías No-Convencionales. Ejército Argentino Buenos Aires. 1983.
5. Lelio, G.; Vilapriño, R.; Solanes, F., Corte

6. U.S. Department of Energy: "Passive Solar Design Handbook-Volume II". Washington D.C. 1981.
7. Los Alamos National Laboratory: "Passive Solar Design Handbook-Volume Three". Editor Robert Jones. 1982.
8. Balcomb, J.D.: "Conservation and Solar-Working together". 5th National Passive Solar Conference AS-ISES. Amherst, Massachusetts. 1980.