

POTENCIAL DE AHORRO ENERGETICO DE LAS NUEVAS OPERATORIAS
DE VIVIENDA EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

C. de Rosa* - A.Esteves** - M.Basso*** - A.Pattini ****
R.Vilaprión*****
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - CRICYT
c.c.131 - (5500) Mendoza

RESUMEN

Existe en el país, a nivel oficial, una creciente conciencia de la necesidad de recuperar en forma progresiva, el potencial de ahorro energético en el parque edilicio residencial y terciario. La cuantificación de este potencial requiere la realización de estudios extensos dados los tipos y cantidades de las variables involucradas.

Dentro de este marco, el presente trabajo intenta realizar una contribución específica y limitada: el cálculo del potencial de ahorro en la suposición de que se implementará, en forma masiva, la tecnología solar para calefacción de espacios en las nuevas operatorias de viviendas económicas a construirse en la provincia de Mendoza, hasta el año 2000. Los ahorros energéticos anuales para un parque habitacional nuevo de 134.930 viviendas ascienden a 1.445 millones de kwh, es decir un 4,62% del total de consumo de gas licuado pronosticado para esa fecha en todo el país.

El trabajo expone los datos básicos para el cálculo, sus fuentes de obtención, la metodología utilizada y los resultados del análisis económico para distintos indicadores.

1- INTRODUCCION

El estado crítico por que atraviesa la vivienda de interés social en todo el país es un tema conocido. La creciente demanda de viviendas económicas debe encararse con recursos estatales y privados cada vez más escasos. La tendencia a producir mayor cantidad de viviendas a expensas de su calidad tecnológica y de las condiciones de habitabilidad, es siempre creciente.

En regiones con inviernos fríos, como es el caso de la provincia de Mendoza, amplios estratos de la población deben soportar severas condiciones de discomfort térmico, ante la imposibilidad de afrontar los gastos energéticos que requiere mantener sus viviendas en situación de confort.

Por otra parte, el sector estatal está ya abocado al estudio de la factibilidad de recuperar progresivamente el potencial de ahorro energético del parque edilicio residencial y terciario, que representa en el país aproximadamente un 28% del total de la energía consumida.

- * Investigador Independiente (CONICET)
- ** Investigador Contratado (CRICYT)
- *** Profesional Principal (CONICET)
- **** Becaria de Perfeccionamiento (CONICET)
- ***** Profesional principal (CONICET)

La determinación precisa de este potencial requiere estudios extensos y detallados dada la cantidad de variables involucradas: clima, tipología, tecnología y aspectos socio-económicos.

El presente estudio intenta realizar una contribución concreta y limitada al conocimiento de este potencial. El área geográfica considerada es el territorio provincial de Mendoza y el parque edilicio considerado es la vivienda de interés social necesaria en la provincia, proyectada al año 2000 y en la suposición de que será posible superar el déficit para esa fecha. Las variables que se han considerado en el desarrollo del trabajo son las siguientes: presiones y recursos climáticos, necesidad de nuevas viviendas económicas urbanas y su distribución geográfica, tipologías y tecnologías disponibles para el ahorro energético y la utilización de la energía solar, costos actuales de vivienda y energía de la provincia.

2- CLIMA

La sistematización de la información climática sobre el territorio provincial se ha realizado procesando datos disponibles de 19 estaciones meteorológicas del SMN y dos del CRICYT. De ese conjunto 14 estaciones cuentan con datos de radiación solar. Las Fig.1 y 2 presentan mapeos provinciales de los parámetros relevantes: grados-día de calefacción, base 18, y radiación solar global, respectivamente. (1)

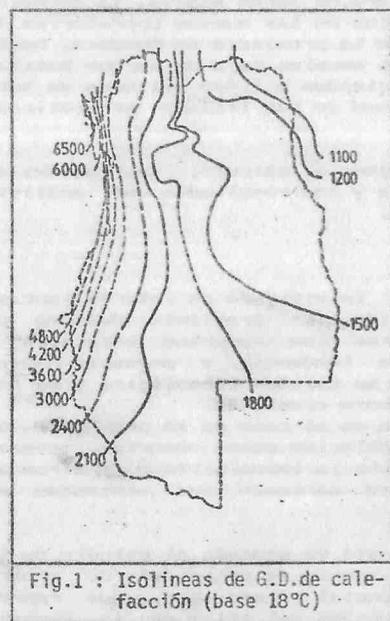


Fig.1 : Isolinneas de G.D. de calefacción (base 18°C)

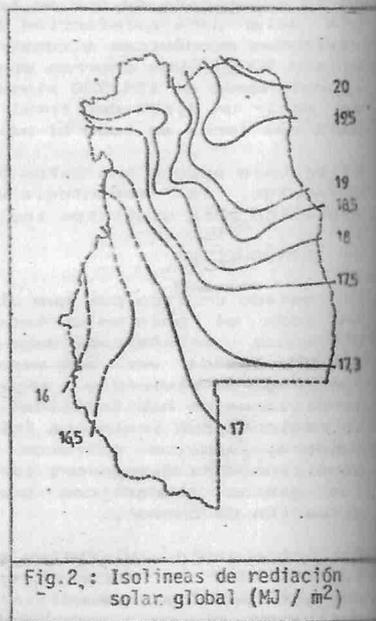


Fig.2: Isolinneas de radiación solar global (MJ / m²)

Sobre todo el territorio provincial, se observa un rango amplio de variables de temperaturas medias, en que aún en las situaciones extremas del mismo, desde el punto de vista bioclimático, la situación de invierno es sensiblemente más crítica que la de verano. La Fig.3 ilustra sobre la carta sicrométrica las variables de la TBS en el ciclo anual para dichos extremos: el Gran Mendoza y la ciudad de Malargüe

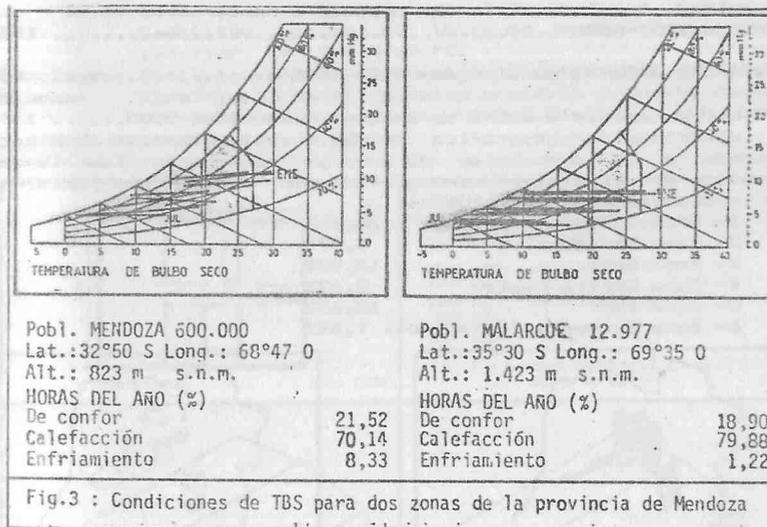


Fig.3 : Condiciones de TBS para dos zonas de la provincia de Mendoza

3- POBLACION Y NECESIDAD DE VIVIENDAS

La población actual de la provincia, según proyecciones realizadas a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda (1980) es de aproximadamente 1.385.450 habitantes. Su distribución espacial responde a la existencia de dos oasis, Fig.4 que agrupan el 98,3% de la población total, urbana y rural. El 1,7% remanente corresponde a los asentamientos de "secano", diseminados en las tierras sin riego. La proporción de población urbana (1984) es de aproximadamente 74%

El pronóstico medio de población para el año 2000 es de 1.639.770 habitantes y según la tendencia histórica de su distribución, alrededor de un 78% habitará en medios urbanos.

La interrelación entre distribución de población y variables climáticas se ilustra en la Fig.5, en la que se definen seis zonas climáticas con valores medios ponderados de grados día anuales de calefacción, base 18°C, según la cantidad de población de cada centro urbano

La cantidad de viviendas urbanas de bajo costo se ha estimado en base a estudios realizados del déficit habitacional (1980), teniendo en cuenta el crecimiento poblacional previsto, las tendencias de la distribución espacial de la población y la necesidad de reemplazar viviendas deficitarias insalubres, obsoletas, inseguras y precarias (2). Los valores considerados son los siguientes:

Deficit de viviendas urbanas, 70% del total en 1980, incluyendo el reemplazo de 76.502 unidades deficitarias ...	111.343
Necesidad de viviendas por crecimiento poblacional, década 80-90, a 4-5 habit. por vivienda, considerando un 76% de viviendas urbanas y un 90% del total con financiación estatal	34.785
Idem década 90-2000 considerando un 78% de viviendas urbanas	32.708

-Necesidad total de viviendas urbanas a construirse en el periodo 1980-2000 178.830

-Viviendas urbanas construidas 1980-1988 43.900

-Déficit remanente a cubrirse en el periodo 1988-2000..... 134.930
La distribución geográfica de este nuevo parque habitacional responde a la suposición de que se mantendrán las tendencias actuales de crecimiento demográfico por zonas, que arrojan los siguientes valores porcentuales:

1- Gran Mendoza	60,46%
2- Zona Noroeste:	3,87%
3- Zona Este:	13,03%
4- Zona Centro-Oeste:	5,62%
5- Zona Sur:	15,63%
6- Zona Suroeste (Malargüe):	1,39%

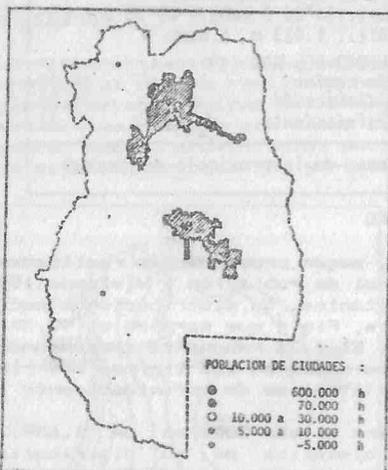


Fig.4 : Principales asentamientos urbanos y zonas de oasis.

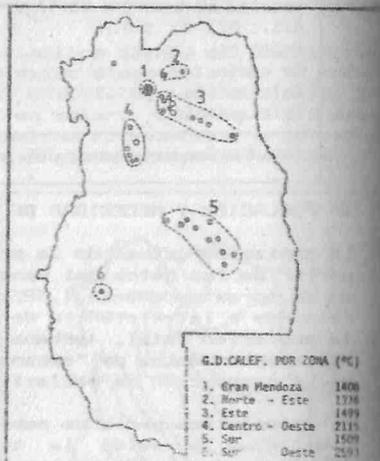


Fig.5 : Asentamientos urbanos y zonas climáticas de G.D. similares.

4- DISEÑO, TECNOLOGIA Y AHORROS ENERGETICOS

La factibilidad tecnológica de mejores niveles de conservación de energía y la utilización de sistemas solares pasivos sencillos para calefacción de espacios, está claramente demostrada para las situaciones climáticas consideradas en Mendoza.

Para realizar la estimación de los ahorros energéticos potenciales por vivienda y por zona se utilizó el siguiente método:

Se diseñaron dos prototipos usuales de viviendas económicas, según los lineamientos de la categoría TAB de la nueva reglamentación del FONAVI, del 29-05-88. Se tuvo en cuenta que los diseños básicos fueron fácilmente "solarizables". Figura 6 y 7.

La tecnología utilizada es la común de la zona para viviendas económicas. La conformación de los componentes son:

Techos: Losa de hormigón con aislación térmica (5 cm) y chapa metálica como impermeabilización: $K=0,61 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Muros: Ladrillón macizo de 18 cm de espesor con revoque interior. $K=2,257 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Fundaciones: Cimiento corrido de hormigón ciclópeo. $K=0,702 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Ventanas: Carpintería metálica, simple vidrio y simple contacto, sin protección nocturna. $K=5,8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Infiltración considerada: 3 RAH

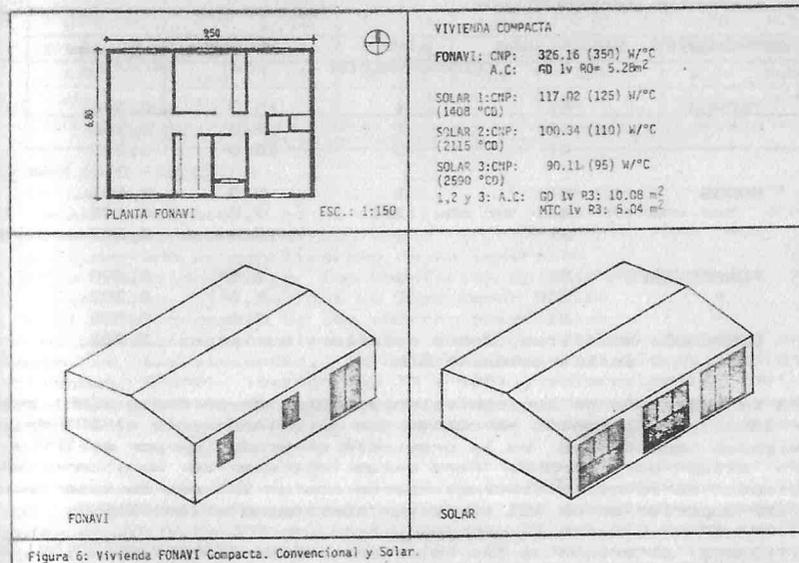


Figura 6: Vivienda FONAVI Compacta. Conventional y Solar.

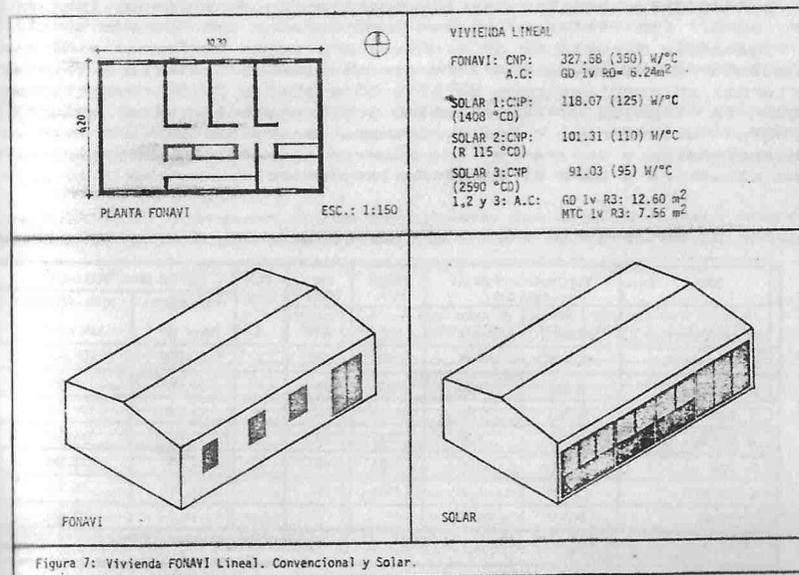


Figura 7: Vivienda FONAVI Lineal. Conventional y Solar.

La versión solar de las viviendas tiene en cuenta tres niveles de conservación, según la localización climática:

- 1- Zonas 1,2,3 y 5, nivel inferior (de 1336 a 1509°C.día)
- 2- Zona 4, nivel intermedio (2115 °C.día)
- 3- Zona 6, nivel superior (2590 °C.día)

En cada caso se consideraron distintos espesores de aislación para los elementos constructivos:

COMPONENTES	SOLARIZADA	NIVEL CONSERVACION	ESPESOR (cm)	K (W/m ² °C)
TECHOS	SI	1	10,0	0,346
	SI	2	12,5	0,286
	SI	3	15,0	0,243
MURDOS	SI	1	5,0	0,601
	SI	2	7,5	0,440
	SI	3	10,0	0,347
FUNDACIONES	SI	1	2,5	0,498
	SI	2	5,0	0,393
	SI	3	7,5	0,329
VENTANAS: Metálicas, doble vidrio y burletes:				3,700
Infiltración: 1 RAH				

Para la obtención de los coeficientes netos de pérdidas (CNP) medios por zona, se ha tenido en cuenta que aproximadamente el 50% de las viviendas económicas en la provincia es producida por el IPV y la otra mitad por el BHN. Para éstas últimas se han considerado viviendas de idéntica tipología pero con un 20% más de superficie y un CNP superior en un 15% al de sus correspondientes FONAVI.

Utilizando el método de las relaciones CARGA TERMICA/COLECTOR (RCI) de Los Alamos National Laboratory (3), se calcularon las fracciones de ahorro solar posibles para ambas tipologías y luego las medias por zona. Los sistemas solares considerados son los más sencillos: GD (ganancia directa de un vidrio y protección nocturna) y MT (muro acumulador de hormigón sin termocirculación de 1 vidrio y aislación nocturna) en combinaciones de 67 y 33 y 62,5 y 37,5% respectivamente según la tipología. Las Tablas 1 y 2 presentan los valores de cálculo utilizados, los consumos energéticos en viviendas convencionales y solares y los ahorros energéticos potenciales, por zona climática y para el total de la provincia.

ZONA	VIVIENDAS NECESARIAS AÑO 2000		GRADOS DIA °C	CNP MEDIO W/°C	FAS %	ENERGIA ANUAL NECESARIAS	
	UNIDADES	%				Por UNIDAD kWh x 10 ⁶	TOTAL VIVIENDA kWh x 10 ⁶
1 GRAN MEMDOZA	81.578	60,46	1400	350	6	11,117	906,902
2 NORESTE	5.222	3,87	1336	350	7	10,437	54,502
3 ESTE	17.581	13,03	1499	350	6	11,836	208,088
4 CENTRO - OESTE	7.583	5,62	2115	350	2	17,410	132,020
5 SUR	21.090	15,63	1509	350	5	12,042	253,965
6 SUROESTE	1.876	1,39	2593	350	-	21,781	40,810
TOTAL	134.930	100,00	-	-	-	-	1596,287

TABLA 1: Energía anual necesaria para calefacción de espacios en viviendas económicas convencionales necesarias al año 2000.

ZONA	VIVIENDAS NECESARIAS AÑO 2000 UNIDADES	GRADOS DIA °C	CNP MEDIO W/°C	FAS SELEC %	ENERGIA ANUAL NECESARIA		AHORROS ANUALES TOTAL VIVIENDAS	
					Por UNIDAD kWh x 10 ⁶	TOTAL VIVIENDAS kWh x 10 ⁶	kWh x 10 ⁶	T
1 GRAN MEMDOZA	81.578	1400	125	75	1,056	86,146	820,756	90,50
2 NORESTE	5.222	1336	125	80	0,801	4,182	50,320	92,32
3 ESTE	17.581	1499	125	75	1,124	19,761	188,327	90,50
4 CENTRO - OESTE	7.583	2115	110	70	1,675	12,701	119,319	90,38
5 SUR	21.090	1509	125	75	1,131	23,852	230,113	90,61
6 SUROESTE	1.876	2593	95	60	2,364	4,436	36,374	89,13
TOTAL	134.930	-	-	-	-	151,078	1445,209	90,53

TABLA 2: Energía anual necesaria para calefacción de espacios en viviendas solares y ahorros energéticos posibles respecto a las viviendas convencionales necesarias al año 2000.

ANÁLISIS ECONOMICO

El análisis económico se ha realizado por tres métodos que arrojan distintos indicadores:

- 1- El período de amortización de la inversión
- 2- La relación entre los beneficios obtenidos (ahorros) y la inversión (SIR: Savings to Investment Ratio)
- 3- El valor presente de los ahorros potenciales

Los datos básicos para el análisis han sido determinados como sigue: costo de las viviendas: se ha trabajado con valores medios de viviendas FONAVI (categorías TM y TAB) y valores medios del BHN para operatorias económicas y normales, obteniéndose posteriormente un valor medio ponderado del costo por vivienda de: A 175.746 a setiembre de 1988.

Sobrecosto de viviendas solares: a pesar de que las experiencias reales aisladas han arrojado valores de sobrecosto elevados, se supone que de generalizarse esta tecnología, los sobrecostos oscilarían entre un 20% y un 30% del costo básico. El estudio se ha realizado para este rango y para valores de 20, 25 y 30% respectivamente. Costo de la energía: se ha trabajado en valores actuales, de costo energético, tomando en cuenta el gas envasado suministrado en cilindros de 45 Kg. a un valor de A 213 a consumidor final, y un incremento anual relativo del 6% sobre la tasa de inflación. El valor resultante considerando una eficiencia del artefacto del 70%, es de 0,519 A/KWh, a setiembre de 1988.

Tasa de interés: El estudio se ha realizado para dos valores de tasa de interés del capital invertido: 8 y 10% anual neto sobre la tasa de inflación.

Vida útil de las viviendas: se considera 50 años.

Las tablas 3 y 4 presentan los resultados del análisis para sobrecostos del 20 y 30 %, por zona climática y para el total de la provincia

ZONA	AHORROS ANUALES DE ENERGIA TOTAL VIVIENDAS kWh x 10 ⁶	TASA DE INTERES ANUAL d=8%			TASA DE INTERES ANUAL d=10%					
		PERIODO AMORT. años	RELACION AHORROS INV. (SIR) A/A	VALOR ACTUAL DE AHORROS NETOS POR VIV. TOTAL VIV. A x 10 ⁶	PERIODO AMORT. años	RELACION AHORROS INV. (SIR) A/A	VALOR ACTUAL DE AHORROS NETOS POR VIV. TOTAL VIV. A x 10 ⁶			
								Nº LOCALIZACION	kWh x 10 ⁶	A x 10 ⁶
1-GRAN MEMDOZA	820,756	425,972	8	4,76	132,908	10,842,368	8	3,32	81,512	6,649,586
2-NORESTE	50,320	26,116	8	4,58	125,809	656,974	9	3,18	76,584	389,291
3-ESTE	188,327	97,741	7	5,09	143,783	2,527,848	8	3,53	89,061	1,561,781
4-CENTRO-OESTE	119,319	61,926	5	7,48	227,686	1,726,543	5	5,19	147,304	1,117,006
5-SUR	230,113	119,428	7	5,18	147,107	3,102,486	8	3,60	91,368	1,926,951
6-SUROESTE	36,374	18,878	4	9,23	289,120	542,385	4	6,41	189,998	356,426
TOTAL	1445,209	750,063	-	-	19,398,609	-	-	-	12,015,551	-

TABLA 3: Resultados del análisis económico de la inversión para los siguientes valores: Sobrecosto por vivienda: A 35,149,20; tasa anual de incremento de combustibles: 6%; Tasa anual de interés del capital invertido: 8y10%

ZONA	AHORROS ANUALES DE ENERGIA TOTAL VIVIENDAS		TASA DE INTERES ANUAL d= 8%				TASA DE INTERES ANUAL d=10%			
			PERIODO AMORT.	RELACION AHORROS INV. (\$/A)	VALOR ACTUAL DE AHORROS NETOS		PERIODO AMORT.	RELACION AHORROS INV. (\$/A)	VALOR ACTUAL DE AHORROS NETOS	
					POR VIV. A	TOT. VIV. A x 10 ⁶			POR VIV. A	TOT. VIV. A x 10 ⁶
Nº LOCALIZACION	MWh x 10 ⁶	A x 10 ⁶	años	A/A	1000 \$	10000 \$	años	A/A	1000 \$	10000 \$
1- GRAN MENDOZA	820,756	425,972	10	3,82	124,121	1025,543	11	2,66	72,724	5932,478
2- NORESTE	50,320	26,116	10	3,66	117,022	611,009	11	2,54	67,747	354,936
3- ESTE	188,327	97,741	9	4,07	134,996	2373,264	10	2,83	80,273	1411,079
4- CENTRO-OESTE	119,319	61,926	6	5,98	218,899	1659,911	7	4,15	108,517	1050,374
5- SUR	230,113	119,428	9	4,15	138,320	2917,169	10	2,88	82,581	1741,633
6- SUROESTE	36,374	18,878	5	7,38	290,043	525,260	9	5,12	181,231	339,952
TOTAL	1445,209	750,063	-	-	-	18212,436	-	-	-	10829,952

Tabla 4: Resultados del análisis económico de la inversión para los siguientes valores: Sobrecosto por vivienda 20% = A 3,936,5; Tasa anual de incremento de combustible: 6%; Tasa anual de interés del capital invertido: 8 y 10%.

6- CONCLUSIONES

Los valores de rentabilidad de la inversión son alentadores para sobrecostos del 20 y 25 % particularmente en las zonas más frías de la provincia. En la zona centro-oeste, por ejemplo, con 2115°C día de calefacción, un sobrecosto del 20% permitiría, durante la vida útil de una vivienda no sólo amortizar la inversión inicial sino además costear la construcción de 1,08 viviendas solares del mismo tipo. En la zona suroeste, con 2593 °C día este valor ascendería a 1,37 viviendas en 50 años, suponiendo que la energía para confort higrotérmico fuera efectivamente consumida por los sectores de menores recursos, es decir, que se alcanzara la calidad de vida deseable, en este aspecto.

En las circunstancias presentes aún inversiones moderadas en sobrecostos son obviamente difíciles y requerirían el escalonamiento de la inversión en un periodo de tiempo, como ya se ha expuesto en trabajos precedentes (4), además de la implementación de una política sostenida de incentivos económicos.

Finalmente, la energía total ahorrada anualmente por el nuevo parque habitacional en la provincia, ascendería a 1445 millones de KWh, es decir, un 4,62% del consumo total de gas licuado proyectado para el país en el año 2000, de 2400 millones de Tn; un porcentaje significativo, ya que solamente involucra la energía a consumir para calefacción de espacios en el nuevo parque habitacional de interés social en una provincia que aloja solamente el 4,6 % de la población total del país.

Por sobre toda otra consideración, el recurso solar se presenta hasta ahora como la única alternativa para obtener confort térmico en viviendas después del eventual agotamiento de los yacimientos gasíferos, pronosticado dentro de las primeras décadas del próximo siglo.

7- REFERENCIAS

- 1- Esteves, A. (1987) "Relevamiento y Evaluación de los Recursos Climáticos en la Provincia de Mendoza para su Utilización en el Diseño de Construcciones Bioclimáticas". Presentado en la 12ª Reunión de Trabajo de ASADES, Buenos Aires.
- 2- Balcomb, J.D. et al. (1983) "Passive Solar Design Handbook". Volume 3. American Solar Energy Society.
- 3- Ruegg, R.T. y Sav, G.T. (1981). "The Microeconomics of Solar Energy". Solar Energy Handbook. Mc Graw Hill. Capítulo 18.
- 4- de Rosa, C. y Esteves, A. (1987). "Vivienda de Interés Social y Clima. Experiencias en el Centro-Oeste de Argentina". Ciencia Interamericana, Washington DC. En prensa.