

RESIDENCIAS SOLARES PARA ESTUDIANTES DE ESCASOS RECURSOS EN LA PAMPA. SU COMPORTAMIENTO TERMICO Y ENERGETICO.

05-C. FILIPPIN¹ y A.BEASCOCHEA

CC 302, Santa Rosa, La Pampa TE-Fax 54 2954 434222 E-mail cfilippin@cpenet.com.ar

RESUMEN Las residencias se localizan en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, en la región central de Argentina. Se distribuyen en dos bloques de seis departamentos cada uno. Los dormitorios y comedores se orientan al norte. El objetivo general del presente trabajo es analizar el comportamiento térmico y energético durante el año 2001. Los resultados muestran la variación del comportamiento térmico según la ubicación espacial de cada unidad y su correlación con el gas natural consumido. A través de análisis se observa que en condiciones de bienestar de los usuarios, el ahorro de gas para calefacción durante julio y agosto fue del 50%.

INTRODUCCION

Los departamentos en estudio se distribuyen en dos edificios de dos plantas denominados bloque A y B, habitado por mujeres y varones, respectivamente. Cada bloque concentra seis departamentos, tres por planta. Cada unidad posee dos dormitorios, cocina comedor y área de servicios. Excepto los servicios, las otras áreas poseen ganancia solar directa a través de áreas vidriadas al norte. Un trabajo anterior mostró el diseño arquitectónico y tecnológico del edificio (Filippín, Beascochea y Gorozurreta, 2001). En el mismo trabajo se observan los primeros resultados del comportamiento térmico y energético. La Figura 1 muestra la planta del edificio. En la Figura 2 se observa la fachada norte y sur. La Figura 3 muestra una imagen del interior de un departamento durante el monitoreo. Se plantea como objetivo general del trabajo analizar el comportamiento térmico y energético de los departamentos del bloque B. Se plantean como objetivos específicos: a) evaluar el consumo de gas natural de cada departamento y el de una vivienda FONAVI de diseño y construcción convencional, b) confrontar la evolución de la temperatura y el consumo de gas.

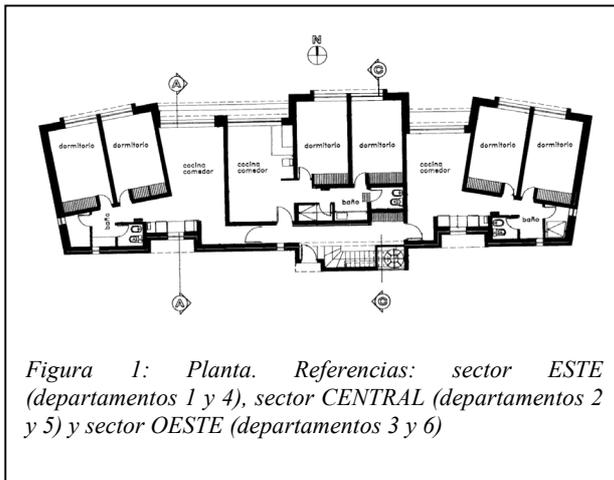


Figura 1: Planta. Referencias: sector ESTE (departamentos 1 y 4), sector CENTRAL (departamentos 2 y 5) y sector OESTE (departamentos 3 y 6)



¹ Investigadora de CONICET

MONITOREO HIGROTÉRMICO Y ENERGÉTICO

El monitoreo higrotérmico se inició el 13 de diciembre de 2000 y concluyó el 13 de enero de 2002. Un trabajo anterior mostró los resultados del análisis del comportamiento térmico y energético desde el 5 de marzo al 5 de junio de 2001 (Filippin, Beascochea y Gorozurreta, 2001). En el presente trabajo se muestran los resultados del período comprendido entre el 9 de julio de 2001 y 15 de enero de 2002. Hasta el 17 de diciembre todos los departamentos se midieron en condiciones reales de uso. Los departamentos estuvieron desocupados y las cortinas internas black-out de las ventanas cerradas durante el resto del período de monitoreo. El equipo de medición consistió en una PC a la cual se conectaron 2 módulos NUDAM, 1 para la conexión de termocuplas tipo T de 8 canales cada uno y uno para señales de tensión. Se midió la radiación solar mediante un sensor Licor ubicado sobre superficie horizontal en la cubierta. Las termocuplas se ubicaron en el exterior y en la caja de escalera. Se instalaron Hobos para medir temperatura en 6 departamentos. En dos de ellos se midió además, humedad. La Tabla 1 muestra la ubicación de los departamentos.

Tabla 1: Ubicación de cada departamento

Sector					
ESTE		CENTRO		OESTE	
Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta	Planta baja	Planta alta
1	4	2	5	3	6

Comportamiento térmico

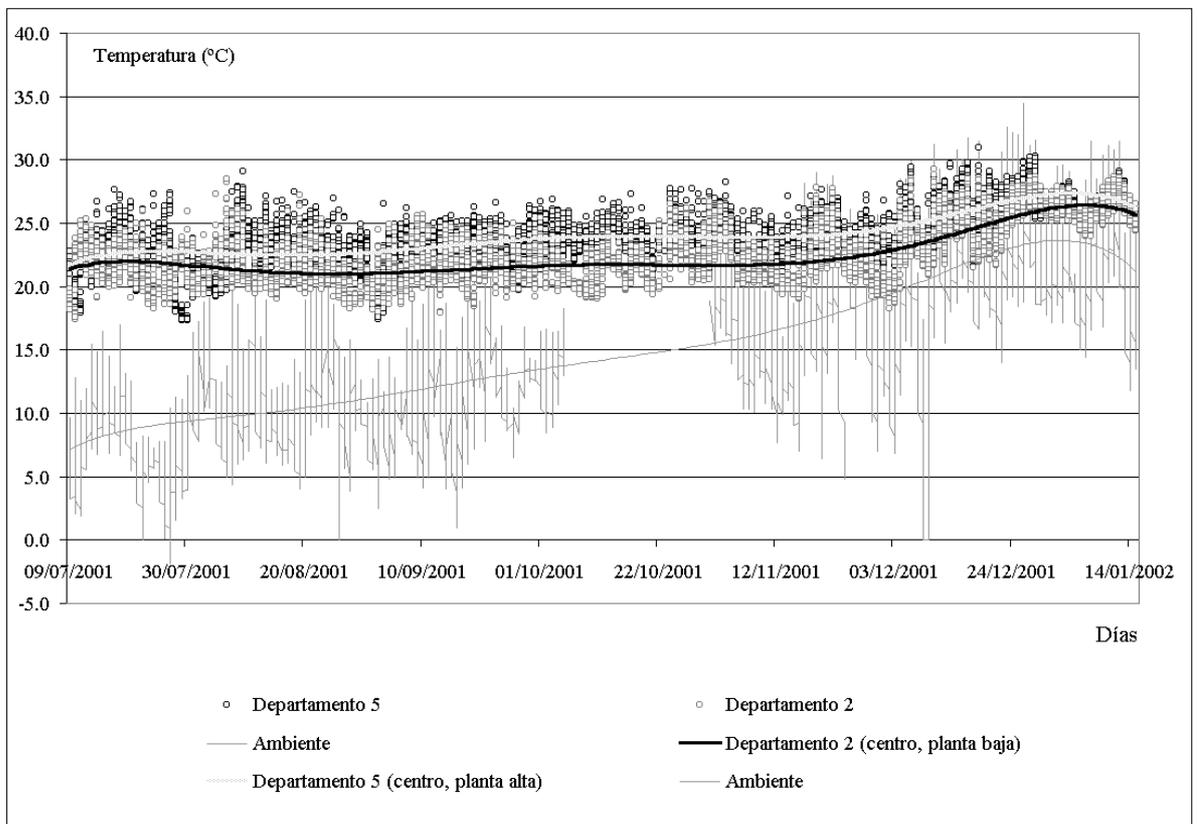
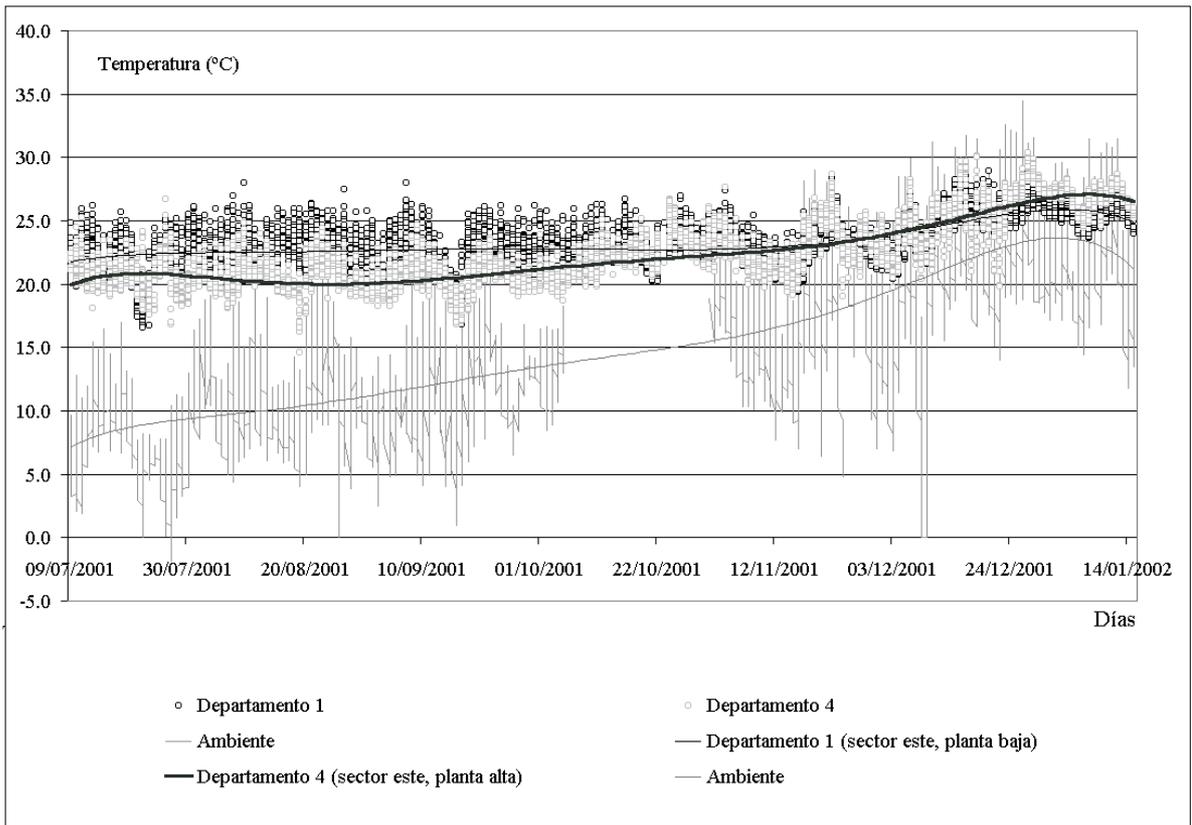
En las Figuras 4, 5 y 6 se observa el comportamiento térmico de los departamentos y del ambiente exterior. Se incluye en cada figura, y para cada serie de datos, la línea de tendencia sólo para visualizar la evolución de la temperatura en el período analizado. Las condiciones climáticas durante julio se caracterizaron por las bajas temperaturas diurnas registradas durante gran parte del mes. La humedad relativa del aire fue algo superior al promedio como consecuencia de la existencia de varios días neblinosos. La temperatura media del aire fue ligeramente inferior a la normal. La tercera década del mes se caracterizó por la presencia de una importante masa de aire frío y una menor cantidad de radiación solar. Agosto se caracterizó por sus noches templadas y un aumento de la temperatura mínima media. Septiembre fue un mes más frío que lo normal. Octubre se caracterizó por sus noches cálidas, una alta humedad y escasa presencia de masas de aire frío. Los últimos veinte días de noviembre se caracterizaron por el ingreso de una masa de aire frío proveniente del S-SW que produjo una disminución de la temperatura con valores absolutos inferiores a octubre. Durante diciembre continuó el ingreso de aire frío hasta el día 10 a partir del cual persistió la entrada de vientos provenientes del NW que aportó una masa de aire cálida y seca.

Tabla 2: Caracterización climática del período

Mes	Temperatura (°C)				
	máxima		media	mínima	
	media	absoluta		media	absoluta
julio	12.4	17.8	7	1.6	-6.8
agosto	16.1	23.0	10.7	5.3	-0.5
septiembre	17.3	27.5	11.3	5.4	-4.7
octubre	20.3	28.2	15.4	10.6	3.1
noviembre	23.6	29.3	16.8	10.0	2.0
diciembre	29.0	36.5	21.4	13.9	2
enero	29.7	39.0	21.8	14.1	3

En el sector este del edificio, el departamento 1 fue algo más cálido durante julio, agosto, septiembre, octubre y parte de noviembre. El mayor porcentaje de los registros de temperatura se ubicaron entre los 20 y 26°C. Hacia fines de noviembre se observó un acompañamiento de la tendencia de la temperatura interior con el ambiente externo. En diciembre los registros mostraron un ascenso de la temperatura interior que alcanzó valores de hasta 25°C y una máxima que trepó hasta los 29°C cuando en el exterior alcanzó los 35°C en coincidencia con el ingreso de masas de aire cálidas del NW. Un descenso de la temperatura durante enero en el departamento, además de acompañar a las condiciones climáticas caracterizadas por un descenso térmico, fue el resultado de la ausencia de insolación en el interior (Figura 7). La temperatura del departamento 4 fluctuó entre los 18 y 24°C. Hacia fines de noviembre se registró un acople en el comportamiento térmico de los departamentos superpuestos. Hacia mediados de diciembre la figura muestra un desacople de las líneas de tendencia con un mayor calentamiento del departamento 4 en planta alta por efecto de la temperatura sol-aire sobre cubierta.

Una situación similar se observó en el sector oeste. El departamento 3 fue algo más cálido que el departamento 6 hasta mediados de octubre. Hacia fines de noviembre, y por su ubicación espacial, se mantuvo más fresco con casi 1 °C menos en su temperatura media. Nuevamente hacia el fin del monitoreo los registros mostraron un descenso de la temperatura interior como resultado de las condiciones climáticas y de la ausencia de insolación en el interior. En el sector central, el departamento 5 en planta alta se mantuvo siempre más cálido que el departamento 2 en planta baja a lo largo de todo el semestre. El promedio de la diferencia de la temperatura horaria entre ambos departamentos durante todo el período de monitoreo fue de alrededor de 1.6°C. La Tabla 3 sintetiza el comportamiento térmico a través de los valores máximos, medios y mínimos.



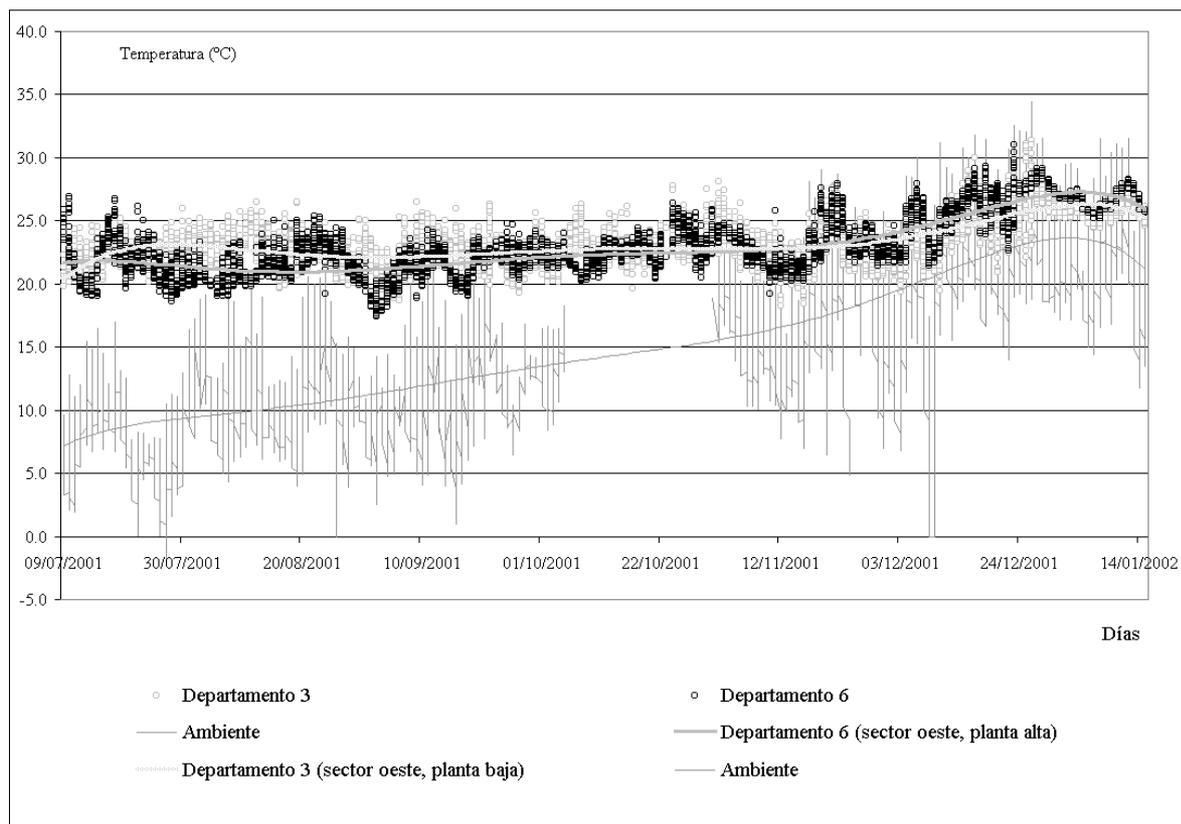


Tabla 3: Temperatura media, máxima y mínima mensual de los departamentos

Mes	Departamentos																	
	1			2			3			4			5			6		
	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min
jul	26.2	22.1	16.6	26.0	21.7	17.4	26.0	22.2	19.4	26.7	20.5	16.9	27.7	22.4	17.3	26.9	21.7	18.6
ago	28.0	22.9	19.6	28.5	21.2	18.3	26.5	2.9	19.1	24.8	20.4	14.6	29.1	22.9	19.2	25.4	21.5	19.0
sep	28.0	22.4	16.8	25.7	21.5	17.9	26.5	22.1	18.7	24.7	20.3	16.8	26.6	22.9	17.4	24.8	21.2	17.4
oct	27.0	23.0	20.0	27.0	22.0	19.0	28.0	23.0	20.0	27.0	22.0	19.0	28.1	24.0	20.1	26.0	23.1	20.0
nov	28.3	23.0	19.4	27.8	22.0	19.0	28.1	22.9	18.3	28.7	22.9	19.0	28.2	24.0	21.2	27.9	22.9	19.2
dic	29.3	25.0	20.4	29.3	24.6	18.3	31.4	24.9	19.4	30.4	25.4	19.7	31.0	26.1	21.3	31.0	25.8	21.4
ene	27.5	25.4	23.6	28.7	26.1	24.0	27.9	25.8	24.4	28.7	26.7	24.4	29.1	26.9	24.8	28.3	26.6	25.2

Consumo de gas natural (m^3) en los dos edificios construidos

Tabla 4: Consumo bimestral de gas de cada departamento y de una vivienda FONAVI para la cocción, calentamiento de agua y calefacción.

bimestre	Viviendas solares												Vivienda FONAVI
	Bloque A						Bloque B						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
ene-feb	33	28	37	33	18	29	34	25	36	31	31	18	91
mar-abr	55	47	61	55	30	49	56	42	60	51	52	30	107
may-jun	192	235	300	256	131	143	258	137	225	130	220	129	289
jul-ago	270	311	348	210	198	243	326	176	355	146	280	179	500
sep-oct	136	208	202	202	80	160	185	116	214	82	197	125	426
nov-dic	77	59	79	81	48	78	60	26	80	62	93	58	195
Total año 2001	763	608	1027	837	505	702	919	522	970	502	873	539	1608

* Fuente: Filippín , de Rosa y Bernardos, 1995

Trabajos anteriores mostraron el comportamiento del consumo de energía de un conjunto de viviendas construidas por el Instituto Autárquico de la Vivienda de la provincia de La Pampa (Filippín, de Rosa y Bernardos, 1995) . Al conjunto de viviendas FONAVI estudiadas corresponde una superficie promedio útil de 55m² con una densidad de 4,6 habitantes por vivienda. La envolvente está constituida por muros exteriores y cubiertas sin aislación térmica y carpintería de baja hermeticidad con vidrio simple, tecnología que determina un coeficiente global de pérdida ‘G’ promedio de alrededor de 1,80 W/m³C. La muestra de viviendas consumió anualmente, y en promedio, 1608 m³ de gas natural para cocinar, calentar el agua y calefaccionar (Tabla 4). Los datos mostraron un consumo bimestral promedio de 268m³ y una variabilidad estacional del 63% (ver Tabla 5). El mayor consumo correspondió al bimestre julio – agosto con 500 m³ consumidos y un valor diario de 8.5 m³. El consumo promedio diario de gas para calefacción fue de 5.8 m³, valor que correspondió a 12 hs de encendido diario de un calefactor de 4500 kcal. Los resultados mostraron que la calefacción absorbió el 68% del consumo diario en el período invernal.

El consumo promedio total de las residencias solares durante el año 2001 fue de 786 m³ valor muy inferior al consumo total anual de la vivienda FONAVI. La variabilidad de los consumos anuales entre departamentos fue del 21%. El consumo promedio anual para el bloque A, habitado por mujeres, fue de 787 m³, con una variabilidad entre departamentos del 23%. El bloque B, habitado por varones en un 80%, consumió en promedio 785.5 m³, con una variabilidad entre departamentos del 21.5%. La variabilidad promedio anual entre departamentos fue del 75%, valor que indica la estacionalidad del consumo de gas (ver Tabla 4).

El consumo bimestral promedio de gas de los doce departamentos fue de 131 m³ cifra que corresponde al 50% de la vivienda FONAVI. Durante el bimestre julio-agosto el consumo promedio fue de 263 m³, cifra que se aproxima al 50% del gas consumido en el mismo bimestre por la vivienda FONAVI.

Tabla 5: Indicadores estadísticos del consumo total anual de gas.

Indicadores	Bloque A						Bloque B						Vivienda FONAVI
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Total	763	888	1027	837	505	702	765	880	1025	831	540	672	1608
Promedio	127.2	148.0	171.2	139.5	84.2	117.0	127.5	146.7	170.8	138.5	90.0	112.0	268.0
STD	90.9	118.5	132.2	94.2	68.9	80.4	90.5	120.0	132.6	95.4	63.5	86.2	168.4
CV	71.4	80.1	77.3	67.5	81.9	68.7	70.9	81.8	77.6	68.8	70.5	76.9	63

Tabla 6: Temperatura durante los últimos días desde el 27 de julio al 3 de agosto

Temperatura (°C)	julio					agosto		
	27	28	29	30	31	1	2	3
mínima	-1.8	1.6	3.3	3.8	8.9	7.8	11.2	10.2
máxima	10.5	11.3	11.1	13.0	16.4	17.3	18.7	19.1

Tabla 7 : Consumo diario de gas en los 12 departamentos construidos

Departamentos		Días						
		27 al 28/07	28 al 29/07	29 al 30/07	30 al 31/07	31/07 al 1/08	1/08 al 2/08	2/08 al 3/08
Bloque A	1	6.00	5.58	6.13	2.07	7.20	6.44	4.59
	2	7.61	6.07	5.58	6.05	7.07	7.47	6.26
	3	7.61	6.00	5.95	5.95	6.22	7.40	2.62
	4	3.73	3.14	5.00	6.73	0.39	0.23	0.001
	5	2.93	4.47	3.23	4.37	5.26	1.39	1.795
	6	4.48	5.45	7.35	7.41	4.50	2.30	3.195
Bloque B	1	7.35	5.72	8.15	6.93	5.96	2.96	4.65
	2	4.55	5.65	6.79	1.39	0.55	1.25	3.53
	3	4.72	7.77	8.29	8.48	5.20	8.12	5.98
	4	3.58	2.33	3.54	2.87	1.61	2.20	1.48
	5	2.34	0.25	0.96	4.54	3.75	1.29	0.52
	6	2.69	3.61	2.94	2.38	0.86	1.95	1.23
Promedio		4.80	4.67	5.41	4.93	4.05	3.59	2.99
STD		1.92	2.03	2.29	2.34	2.56	2.69	2.07
CV		40.0	43.5	42.4	47.4	63.4	80.6	69.4

Para evaluar el ahorro de gas diario se midió el consumo entre el 27 de julio y 3 de agosto de 2001. Las temperaturas mínimas y máximas del periodo se muestran en la Tabla 6. La Tabla 7 muestra el consumo diario medido. El promedio del gas consumido fue de 4.35 m³. Se observó un mayor consumo durante los últimos días de julio ante la presencia de una masa de aire frío. Durante el 31 de julio y en los primeros días de agosto hubo una disminución en el consumo ante un mejoramiento de las condiciones climáticas. Según la información recogida, los usuarios prendieron alrededor de 6 horas los calefactores, la mitad respecto a una vivienda FONAVI. Para esta situación correspondió un consumo de 1.6 m³ para calefacción con una participación del 40% en el consumo total diario de gas del departamento.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio permitieron observar el comportamiento térmico de cada departamento en el segundo semestre del año 2001. Verificar que las viviendas solares consumieron durante el bimestre julio-agosto un 50% menos de gas que una vivienda FONAVI. Diariamente y hacia finales de julio y principio de agosto consumieron un 70% menos de energía en calefacción que el promedio que se registró en las viviendas FONAVI. Verificar la estacionalidad del consumo de gas con una variabilidad entre bimestres del 70%, cifra que disminuye al 62% en la vivienda FONAVI, valor que indica la prolongación de los requerimientos de calefacción más allá de los periodos climáticos rigurosos. Afirmar que en función del comportamiento térmico que surgió del monitoreo en el bloque B la disminución en el consumo de gas no significó alterar las condiciones de confort de los usuarios. Observar que no hubo diferencias entre el consumo promedio de gas en las viviendas habitadas por mujeres (bloque A) y las habitadas en su mayoría por varones (bloque B), situación que permite inferir que el buen comportamiento térmico de éste último se puede generalizar al bloque A.

ABSTRACT The housing are located in Santa Rosa, La Pampa, a central district of Argentina. Two blocks of six flats each are laid out. The bedrooms and dining-rooms are orientated to the North. The general aim of the work is to analyse the energy and thermal behaviour during 2001. The results show a variation of the thermal performance depending on the location of each unit and its correlation with the natural gas consumed. Through the analysis it is observed that the gas saving for heating during winter months (July and August) was of 50%.

REFERENCIAS

- FILIPPIN, C., DE ROSA, C. Y BERNARDOS, J. (1995). Variación del Perfil Energético Estacional en Viviendas de Interés Social en La Pampa. Actas de la XVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. San Luis, Argentina. 1: 02.23- 02.30.
- FILIPPIN, C., BEASCOCHEA, A. y GOROZURRETA, J., (2001). Residencias universitarias bioclimáticas en La Pampa. Resultados de su comportamiento térmico y energético. Vol.5, 2001, 05.01-05.06.