

Variación del Perfil Energético Estacional en Viviendas de Interés Social en Santa Rosa, La Pampa.

C.Filippín¹, C. De Rosa² y J. Bernardos³

CONICET - Laboratorio de Amb. y Vivienda (CRICYT)-Facultad de Ciencias Exactas (UNLPam)

Spinetto 785 - C.C.152 - (6300) Santa Rosa, La Pampa
Telefono-Fax 34222

Resumen

Dada la importante contribución de la construcción masiva de viviendas (22.8%) al parque habitacional de Santa Rosa en el período 1980/1990 y la elevada participación del sector residencial en el total de energía consumida (41.7% y 96.9% de energía eléctrica y gas natural respectivamente) se realiza un análisis del consumo energético de conjuntos habitacionales tecnológicamente diferentes y según sus viviendas hayan sido o no modificadas por el usuario. Las modificaciones que introduce el usuario no alteraron los promedios de los consumos de energía ni aún la variabilidad estadística entre viviendas. El coeficiente de variación del 56 y 57% en los valores del consumo de gas natural definió la dispersión relativa de los consumos de energía de las viviendas pertenecientes a distintos conjuntos habitacionales y resultó el 50% inferior al promedio de gas natural consumido por el usuario residencial de la ciudad. Es del 50% la participación de la calefacción en el consumo total anual de gas natural.

Introducción

La energía no es un fin en sí misma y no satisface ninguna necesidad social por sí sola pero combinada con otros productos, participa en la satisfacción de todas las necesidades sociales: alimentación, vivienda, transporte etc. Este papel se juega directamente a través del consumo de energía del sector doméstico e indirectamente a través del consumo de energía de otros sectores productivos: agricultura, industria, transporte, servicios, etc. [1]. Dentro del sector doméstico, la política habitacional es un factor importante que afecta la relación global entre energía final y energía útil así como las proporciones entre las diversas fuentes de energía. Las migraciones del campo a la ciudad, los incentivos para viviendas concentradas o espaciadas, la prioridad concedida a las formas tradicionales y a los materiales locales o los procesos técnicos determinarán los insumos energéticos requeridos en la etapa de construcción y los usos energéticos finales del sector doméstico que habitará los edificios [1].

La política habitacional- que debe poseer objetivos claros y determinados y rentabilidad social [2] - en la provincia de La Pampa respondió al crecimiento poblacional, fundamentalmente en las últimas décadas. Pobladores, asociaciones no gubernamentales y gobierno intentaron paliar el déficit habitacional a lo largo de los años. La provincia sufrió en el transcurso del siglo un proceso de ocupación del territorio vinculado a actividades rurales.

El uso irracional de los suelos, la depredación de la flora y los efectos de la sequía motivaron la expulsión de población entre 1935 y 1960 y recién en 1980, a partir de un lento proceso de recuperación que se inicia en la década del 70, logra superar los niveles de 1935.

Con un incremento de su población del 24,8% en el período intercensal 1980/90, la provincia concentraba en el año 1991 el 0,7% de la población del país. Para el mismo período el Censo de Población y Vivienda demuestra que prevalecen las viviendas tipo "casa" y "departamento", y se detecta un descenso de viviendas precarias. Hubo una variación intercensal de vivienda del 34,5%, 9,7 puntos superior a la variación poblacional, con un índice de ocupación de 2,9 habitantes/ vivienda.

¹ CONICET Investigadora Asistente

² CONICET Investigador Independiente

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLP) Docente

La ciudad de Santa Rosa, ubicada en el departamento Capital, y capital de la provincia, no sufrió las sucesivas involuciones y estancamientos de otras poblaciones actuando como centro receptor de población rural [3]. El departamento Capital registró 3,6 y 21,2 habitantes/km² en 1920 y 1980 respectivamente con un aumento de la población urbana en detrimento de la rural, registrando para el período 1970/80 una variación intercensal de -26,8% en el área rural y 47,6 % en la urbana [3]. La población de la ciudad de Santa Rosa en particular, ofrece un comportamiento similar al provincial. Pobladores, gobiernos y organizaciones no gubernamentales han intentado a lo largo del tiempo diferentes estrategias de acción con el fin de paliar el déficit habitacional del sector de la población de menores ingresos.

En este trabajo se analiza un porcentaje de viviendas construidas en la ciudad de Santa Rosa por el Gobierno Provincial a través del Instituto Provincial Autárquico de la Vivienda (IPAV). A partir del año 1976 el gobierno inicia la construcción de viviendas que agrupadas en diferentes operatorias y con tipologías edilicias diferentes se concentran en la periferia de la ciudad. El menor porcentaje conserva el diseño original y la mayoría ha sido remodelada por el propio usuario. El parque habitacional de interés social sumó 3500 viviendas en el período 1980/90, y contribuyó con un 22,8 % a la variación intercensal de viviendas construidas.

Desde el punto de vista energético, y según los Balances del año 1991 de la Cooperativa Polular de Electricidad Santa Rosa Ltda. [4] y de la Compañía Distribuidora de Gas Pampeana [5], la participación del sector residencial o doméstico dentro del total de energía consumida por la población, es de un 41,75 y un 96,9 % para energía eléctrica y gas natural respectivamente.

El objetivo del presente trabajo realizar un análisis del consumo energético de las viviendas que conforman las Operatorias FONAVI caracterizadas por tipologías y tecnologías edilicias diferentes. Las hipótesis formuladas fueron : a) hay una importante variabilidad en el consumo de energía entre las viviendas que ha modificado el usuario y aquellas que no han sufrido ningún tipo de transformación b) el consumo de energía de las viviendas, por un lado, se aproxima a los valores promedio de consumo energético del sector residencial o doméstico de la ciudad de Santa Rosa, por otro, al consumo diario por persona definido por distintos autores c) hay una importante variabilidad del consumo energético entre las diferentes operatorias definida por el gas natural consumido d) el consumo de gas natural participa con el mayor porcentaje en el total de energía consumida por el usuario de la vivienda FONAVI y dentro de aquél, es el rubro calefacción el que registra mayor incidencia

Materiales y Métodos

La ciudad de Santa Rosa pertenece a la región semiárida del país y corresponde a un área ecológica de bosques, pastizal natural y cultivos. La Tabla 1 muestra su localización geográfica y su caracterización climática.

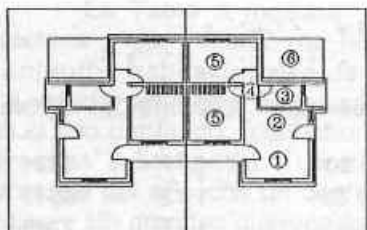
Tabla 1. Coordenadas Geográficas y Datos Climáticos de Santa Rosa, La Pampa.

Coordenadas Geográficas Latitud: -36.57° Longitud: 64.45 Altitud: 189 m sobre el nivel del mar.

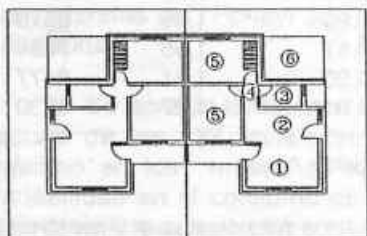
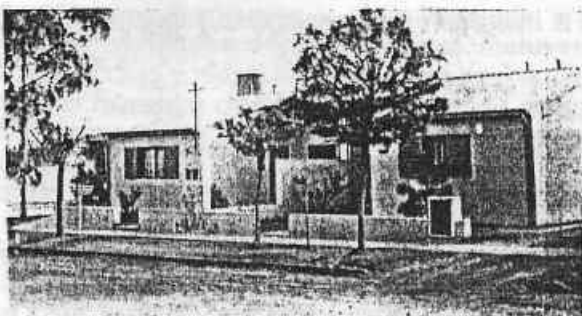
Temperaturas de Bulbo Seco (°C)	Valores Anuales			Julio		Diciembre
	Media	Máx.Abs.	Mín.Abs.	Mínima	Media	Máxima
	15.5	42	-12	1.4		31.9

Grados-día Anuales de Calefacción (Base 18°C): 1545 Grados-día Anuales de Enfriam. (Base 23°C): 128
Radiación Global Horizontal: 16MJ/m²d

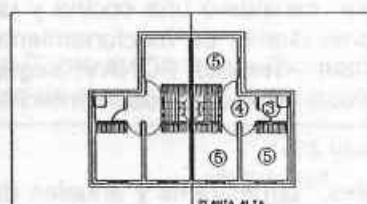
El análisis energético de las viviendas construidas por el IPAV (Instituto Provincial Autárquico de la Vivienda) consta de dos partes: por un lado el total de viviendas de cinco Operatorias, FONAVI 42, 25, 34 y 35 y barrio AEROPUERTO con 618, 156, 264, 185 y 252 viviendas respectivamente. Fig. 1. Por otro, se analiza una muestra de 137 viviendas de los mismos conjuntos habitacionales, incluyendo sólo las viviendas que se encuentran en buen estado de conservación y que no han sido modificadas por el usuario. En la Tabla 2 se observan algunos indicadores dimensionales, morfológicos y térmicos de los conjuntos habitacionales.



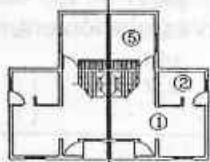
PLANTA TIPO - OPERATORIA FDH.VI. AEROPUERTO



PLANTA TIPO - OPERATORIA FDH.VI. 23

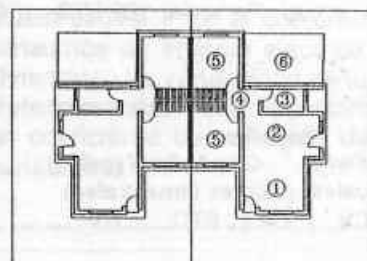
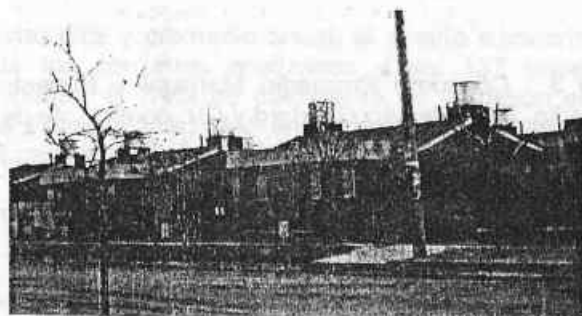


PLANTA ALTA

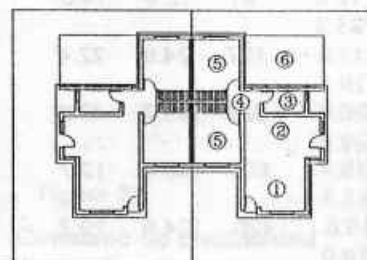


PLANTA BAJA

PLANTA TIPO - OPERATORIA FDH.VI. 24 (DUPLICO)



PLANTA TIPO - OPERATORIA FDH.VI. 24



PLANTA TIPO - OPERATORIA FDH.VI. 25

REFERENCIAS:

- 1 - COMEDOR 2 - COCINA 3 - BAÑO 4 - PASO 5 - DORMITORIO 6 - AMPLIACION

Fig. 1 - Conjuntos Habitacionales

Tabla 2. Indicadores dimensionales, morfológicos y térmicos

Operatoria FONAVI N°	Número de dormitorios	Area	Volumen	Ic	Factor		G(W/m³°C)	Q(Kwh)
					forma	exposición		
25	2	41.4	99.4	82	1.52	0.90	1.77	6524
34	2	44.4	135.5	71	1.38	0.89	1.72	8640
34	3	50.2	148.2	84	1.47	0.93	1.41	7748
34	4	84.8	235	35	1.08	0.81	1.31	11415
35	2	48.9	139	70	1.37	0.89	1.65	8504
35	3	61.4	177	78	1.23	0.90	1.45	9516
42	2	35.3	106	75	1.50	0.87	1.95	7664
Aeropuerto	2	40.2	96.5	74	1.56	0.90	1.81	6477
"	3	46.0	110.3	87	1.48	0.91	1.67	6830

Ic: Índice de Compacidad, G: Coeficiente Global de Pérdidas, Q: Calor Auxiliar Anual

Se construyó una base de datos con los registros de consumos mensuales y bimestrales de electricidad (Kwh) y gas natural respectivamente (m3). Los registros fueron suministrados por la Cooperativa Popular de Electricidad Santa Rosa Ltda. y por la Compañía Distribuidora de Gas, y corresponden al período 1991/93. En cuanto al equipamiento se consideró una cocina y un termotanque de 75 lts y un calefactor de 6000 cal para 3 y 6 horas diarias de funcionamiento respectivamente, artefactos que posee el mayor porcentaje de las viviendas FONAVI según informes de la compañía distribuidora de gas en función de la aprobación de la documentación necesaria para dar servicio a cada vivienda.

Se calcularon los promedios (X) de los consumos mensuales, bimestrales y anuales de los registros de electricidad y gas natural. Con el fin de evaluar la dispersión de los datos, se calcularon los desvíos standar (STD) y para establecer la dispersión relativa (relación entre desvío y promedio) se calcularon los coeficientes de variación (CV).

Resultados y Discusión.

Tabla 3 : Consumo Promedio Mensual y Bimestral de Energía en el Período 1991/93 (X: promedio, STD: desvío standard y CV: coeficiente de variación)

Mes	1475 Viviendas						137 Viviendas					
	Electricidad (Kwh) (valores mensuales)			Gas Natural (m3) (valores bimestrales)			Electricidad (Kwh) (valores mensuales)			Gas Natural (m3) (valores bimestrales)		
	X	STD	CV	X	STD	CV	X	STD	CV	X	STD	CV
Ene	140	79.3	16.8				130	11.0	8.3			
Feb	138	17.2	12.5	74	28.4	38.5	136	16.0	12.0	91	12.8	14.0
Mar	133	17.9	13.5				127	15.6	23.3			
Abr	138	20.5	14.9	94	35.2	37.5	135	23.3	17.2	107	24.0	22.4
May	121	26.1	21.6				137	26.1	19.1			
Jun	121	23.6	19.5	274	158.3	57.8	136	28.0	20.6	289	135.7	47.0
Jul	117	21.9	18.7				139	40.9	29.4			
Ago	113	20.7	18.2	459	78.2	17.1	129	19.9	15.4	500	63.4	12.7
Sep	114	20.5	18.0				121	16.1	13.3			
Oct	114	21.5	18.9	387	73.5	19.0	122	18.0	15.0	426	124.5	29.2
Nov	117	21.1	18.0				120	23.0	19.0			
Dic	123	25.0	20.3	178	42.5	23.9	126	15.0	12.0	195	73.6	37.8

La Tabla 3 muestra los consumos promedios mensuales y bimestrales de energía eléctrica y gas natural de las 1475 y de las 137 viviendas analizadas y que incluyen los conjuntos habitacionales descriptos. En el primer caso y respecto al consumo de gas natural, los valores promedio de los seis bimestres del año muestran claramente la influencia estacional en el uso del fluido, con valores mínimos para los meses de Enero-Febrero y máximos para el bimestre Julio-Agosto. La mayor dispersión y variabilidad de los datos ocurre en el tercer bimestre del año con un coeficiente de variación elevado. Coeficientes considerablemente más bajos y sin grandes diferencias estacionales se observan en el consumo de energía eléctrica. La electricidad aparece como una fuente más estable, y el gas como una fuente más coyuntural asociada a la época del año. Analizando los consumos promedio de cada operatoria se destacan las viviendas del Fonavi 35 que registran un valor bimestral del 50% superior al resto de las operatorias.

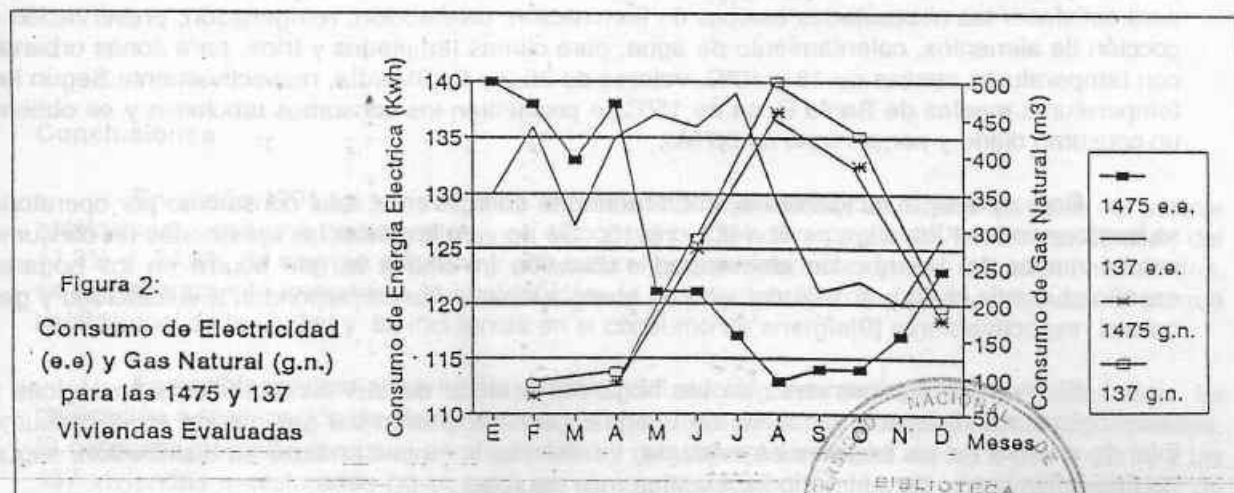
Se aprecia también el consumo promedio mensual y bimestral de energía eléctrica y gas natural de las 137 viviendas muestreadas. Los valores registran sus consumos mínimo y máximo en los meses de Noviembre y Julio respectivamente. Julio es el mes de mayor variabilidad en el consumo de electricidad. Los registros de gas natural reflejan nuevamente la influencia estacional evidenciada en las distintas operatorias. Los valores oscilan entre los 91 y 500 m³ para el período Enero-Febrero y Julio-Agosto respectivamente. El mayor coeficiente de variación se registra en el bimestre Mayo-Junio.

La Tabla 4: Consumo Promedio Anual de Energía para el Periodo 1991/93 (X: promedio, STD: desvío standard, CV: coeficiente de variación)

	1475 Viviendas				137 Viviendas			
	Electricidad (mensual)		Gas Natural (bimestral)		Electricidad (mensual)		Gas Natural (bimestral)	
	Kwh	MJ	m3	MJ	Kwh	MJ	m3	MJ
Total Anual	1489	5360	1465	54644	1158	4169	1608	59978
X	124	446	244	9101	130	468	268	9996
STD (I)	9.8	35.3	137	5110	6.4	23.0	154	5744
CV (I)	7.9		56		5.0		57	

(I) Variabilidad estadística entre viviendas

La Tabla 4, resume además el consumo total y promedio anual, el desvío standard y el coeficiente de variación de los registros de los conjuntos analizados y las 137 viviendas muestreadas. Para el conjunto de 1475 viviendas, el 7.9% de coeficiente de variación en los consumos de energía eléctrica indicarían una escasa variabilidad en los registros anuales entre viviendas. La variabilidad de los datos es alta para el consumo de gas natural. Para las 137 viviendas existe una importante variabilidad en el consumo de gas anual entre viviendas, con un coeficiente de variación del 58.7%. El consumo de energía eléctrica mantiene una baja variabilidad.



La Fig. 2., muestra por un lado, el comportamiento mensual de los consumos promedio de energía para el total de los barrios analizados, y por el otro, para las viviendas muestreadas. No se percibe un ajuste en las curvas de los consumos promedios mensuales de energía eléctrica, pero sí hay una importante aproximación en las curvas que corresponden al gas natural. La curva de los consumos eléctricos del total de las viviendas analizadas muestra una fuerte caída y un aumento del consumo respecto a la muestra, para el período invernal y Enero-Febrero - Marzo y Abril respectivamente.

Es probable que la variabilidad que se observa en los consumos eléctricos de las 1475 viviendas que integran el análisis, sea el resultado de la variabilidad constructiva y de diseño en las ampliaciones y refacciones de las viviendas. Los aumentos de las áreas de iluminación y mejores orientaciones producirían quizás la disminución del consumo de energía eléctrica destinada a iluminación en el período invernal. La incorporación de equipamientos y el mayor número de ocupantes de la vivienda modificada y las exigencias de refrigeración provocarían un aumento en los consumos de energía eléctrica en los meses de verano.

Comparando los consumos promedios anuales de las viviendas FONAVI y las viviendas residenciales de la ciudad de Santa Rosa, se detecta una importante aproximación en el consumo de energía eléctrica no así en el gas natural (Tabla 5). Los 25309 usuarios residenciales consumen, en el año 1991, un promedio mensual de 138 Kwh y los 5400 usuarios de gas natural un promedio de 231 m3 (Memoria y Balance 1991 de la Cooperativa Popular de Electricidad y Gas del Estado). Las viviendas FONAVI arrojan valores de consumo similares a los registrados en viviendas FONAVI en otras localizaciones geográficas [6].

Tabla 5 : Consumo de energía según la modalidad constructiva

MODALIDAD CONSTRUCTIVA	energía eléctrica Kwh/vivienda	Consumo Anual Promedio		gas natural m3/vivienda
		número de usuarios		
Residencial	138	25309	5400	231
FONAVI Santa Rosa	127	1475	1475	122
FONAVI La Plata [6] (GD-18: 1178 °C)	158	-	-	122

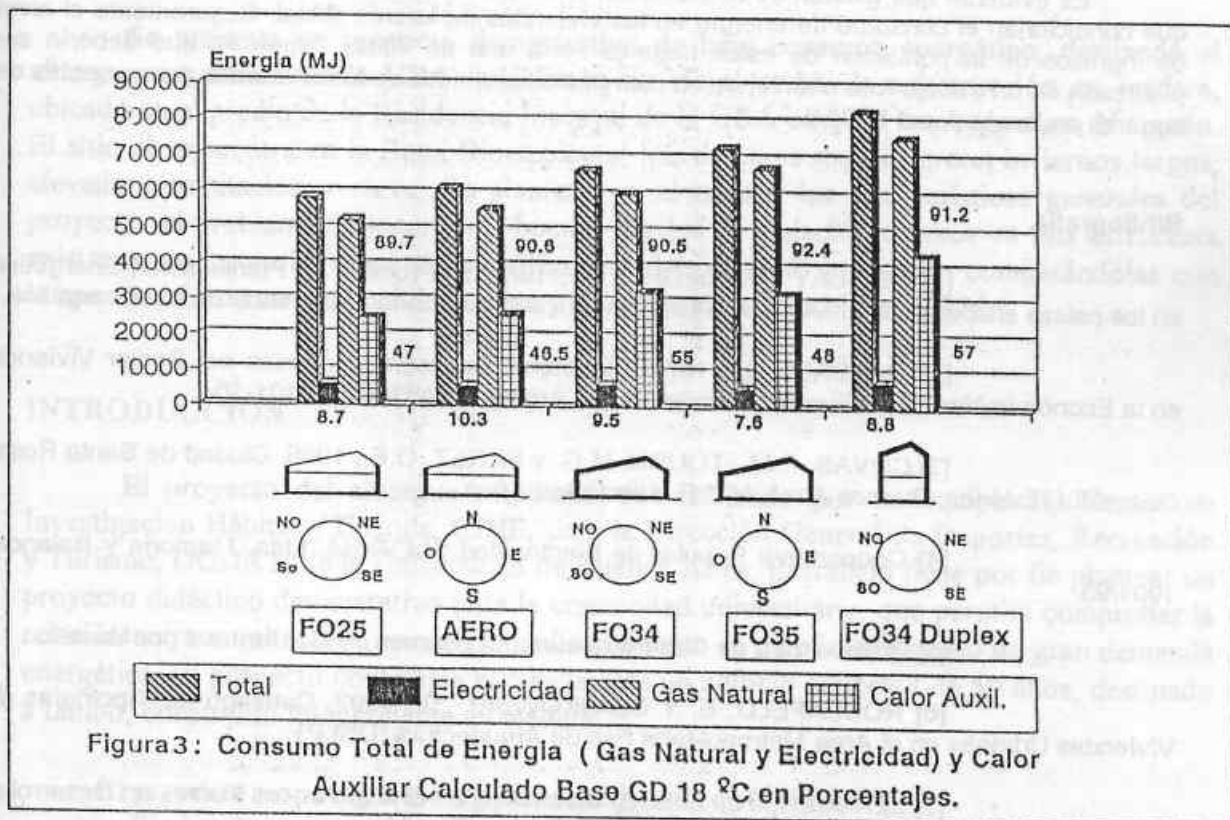
Con el fin de estimar un consumo aproximado de energía por persona para satisfacer sus necesidades básicas (calefacción, refrigeración, cocción de elementos, producción de agua caliente, iluminación y artefactos eléctricos), se toma el valor promedio anual de energía total consumida por las diferentes operatorias. Considerando un valor de 60102 MJ y 3,2 habitantes por vivienda para la ciudad de Santa Rosa según el Censo de Población y Vivienda 1991, resulta un valor de 51,5 MJ/día/persona, cifra inferior a los 71,2 MJ de consumo de energía diario por persona para America Latina [7] [8], establece en el "Modelo Bariloche" un consumo de energía para satisfacer las necesidades básicas de iluminación, calefacción, refrigeración, preservación y cocción de alimentos, calentamiento de agua, para climas templados y fríos, para zonas urbanas con temperaturas medias de 18 y 10°C, valores de 35,2 y 64,9MJ/día, respectivamente. Según las temperaturas medias de Santa Rosa de 15°C, se promedian los consumos tabulados y se obtiene un consumo diario y por persona de 50 MJ.

Para evaluar la incidencia de cada fuente de energía en el total consumido por operatoria se transforman los Kilovatios y m3 a MJ. Fig. 3. Se aprecia en todas las operatorias un consumo mucho mayor de gas que de electricidad, situación inversa a lo que ocurre en los hogares españoles donde el 40 y el 10% del total de energía consumida corresponden a electricidad y gas natural respectivamente [9].

El nivel de equipamiento de los hogares, además de sus características tipológicas y tecnológicas, condiciona el consumo de energía. La participación del gas natural en el consumo total de energía de los hogares es evidente, se intenta entonces analizar su distribución, según los diferentes usos, para el período climático más riguroso.

Considerando un valor promedio de 500 m³ para el bimestre Julio-Agosto según valores obtenidos del análisis, correspondería al rubro calefacción, producción de agua caliente y cocción de alimentos un 50, 30 y 20% respectivamente.

En una segunda aproximación, se estima el consumo de gas natural para calefacción según el Calor Auxiliar (Q) a suministrar en función de los Grados-Día (GD), base 18°C para la ciudad de Santa Rosa. La Fig. 3 muestra los porcentajes obtenidos respecto al consumo de gas natural anual. Su porcentaje de participación oscila entre un 46.5 y 57%. Promediando las distintas situaciones se obtiene un valor del 51%, cifra similar a la estimada en función de los artefactos alimentados con gas natural.



Conclusiones

En el año 1991 las viviendas de interés social representan un 13,3% del total del parque habitacional, con una participación, en el consumo total de energía del sector residencial, del 11,3% y 24,5% de energía eléctrica y gas natural respectivamente. Las cifras son contundentes, es verdaderamente importante la contribución de la construcción masiva de viviendas al parque habitacional de la ciudad y su incidencia en el consumo de energía.

Es posible ratificar a través del análisis realizado algunas de las hipótesis formuladas. La ratificación o rectificación de otras requiere de una etapa de experimentación sobre las viviendas. El consumo promedio mensual de electricidad y gas natural en el total de los 1475 hogares y las 137 viviendas muestreadas no ofrecen un comportamiento diferente. El promedio mensual de energía eléctrica y gas natural consumido fue algo mayor en las viviendas modificadas, pero esto no alcanza para ratificar la primer hipótesis formulada.

Las modificaciones que introduce el usuario en su vivienda no parecen alterar los promedios de los consumos de energía ni aún la variabilidad a lo largo del año.

Sí es importante, la mayor variabilidad del consumo de gas natural que demuestra el impacto estacional en sus consumos. El 50% de participación del rubro calefacción en el consumo total de gas natural en el invierno ratifica otra de las hipótesis formuladas.

Mientras el consumo promedio anual de energía eléctrica tiene un comportamiento similar entre las viviendas analizadas y el resto de los hogares de la ciudad el consumo de gas natural de las viviendas FONAVI es un 89% inferior al consumo promedio del sector doméstico. El consumo de energía diario por persona para satisfacer sus necesidades de calefacción, refrigeración, cocción y preservación de alimentos, iluminación etc., se aproxima al definido por otros autores. Se ratifica en parte, la hipótesis formulada.

Es evidente que existen otros indicadores, además de los climáticos y los tecnológicos, que condicionan el consumo de energía en las viviendas de interés social. Seguramente el nivel de ingresos de la población de estos hogares sería uno de ellos, hipótesis que debería ser planteada en un trabajo futuro teniendo en cuenta los resultados de las encuestas permanentes de hogares realizada por el INDEC.

Bibliografía

[1] LE GUAY, F. y LEGISA, J., 1988. El Proceso de Planificación Energética en los países en Desarrollo XVIII Curso Latinoamericano de Economía y Planificación Energética.

[2] MASCARO, L., 1976. Planeamiento Macroeconómico del Sector Vivienda en la Economía Nacional. Summa. Buenos Aires, Argentina. Nº100/101:101-104.

[3] COVAS, R.M., TOURN, M.G. y PEREZ, O.E., 1986. Ciudad de Santa Rosa, Geografía Histórica. Buenos Aires, N.D.F. Asociados. 161p.

[4] Cooperativa Popular de Electricidad Sta. Rosa, Ltda. Memoria y Balance, 1991/93.

[5] Distribuidora de Gas Pampeana, Consumos de Gas Natural por Usuario.

[6] ROSENFELD, E. Y CZAJKOWSKI, J., 1992. Catálogo de Tipologías de Viviendas Urbanas en el Area Metropolitana Fac.de Arquitectura (UNLP).

[7] LENSSEN, N., 1993. El Suministro de Energía en los Países en Desarrollo. In La Situación en el Mundo. Editorial Sudamericana. pp 171-199 .

[8] BRAVO, V. (1988) En Energy for a Sustainable World. Wiley Esatem Limited. New Delhi, India. pp.

[9] MICYT, 1993. Guía de la Energía. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid