

~~Resumen~~: 13° Reunión de
Trabajo de ASADES.
Salta, Argentina 1988.

CONSUMO Y CONSERVACION DE ENERGIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL DE LA VILLA MINERA DE RIO TURBIO *

E. Rosenfeld#, A. Fabris#, O. Ravella,
C. Discoli@, S. Lozano, S. Martinez,
J. Pracchia, G. San Juan, C. Sagasti,
J. Czajkowski@, C. Ferreyro, A. Gómez ^,
M. Fontana^, Y. Rosenfeld^.

IDEHAB, Instituto de Estudios del
Habitat de la Facultad de Arquitect-
tura y Urbanismo de la Universidad
Nacional de La Plata.

Calle 47 No.162 - 1900 La Plata, B.A.

RESUMEN

Se presentan los resultados de la auditoria de energia del sector residencial de la Villa Minera de Rio Turbio, Pcia. de Santa Cruz. Se proponen distintas medidas de conservación de energia que pueden resumirse en: mejora de la envolvente de las viviendas y modificación de los hábitos de consumo energético. Se evalúa el impacto energético y se estima el comportamiento económico de cada medida propuesta.

En términos promedio las viviendas consumen un 17% más de la energia necesaria para calefaccionar.

El potencial de ahorro promediado de energia útil para calefacción es del 46% del total consumido. Para implementar medidas de ahorro que permitan explotar todo el potencial mencionado debería invertirse un promedio de U\$S 1.700 por vivienda.

1. INTRODUCCION

Los problemas energético-ambientales y de habitabilidad que afectan a la microregión de Rio Turbio ya han sido expuestos anteriormente (1). Cabe recordar que el tema central es el de configurar respuestas al uso irracional de la energia, fundamentalmente en los edificios. Que muchos de ellos son de diseño inapropiado a las condiciones climáticas de la región y que los sistemas de calefacción absolutamente predominantes son carbo-electro-intensivos lo que origina con tecnologia obsoleta un desequilibrio energético-ambiental que degrada la calidad de vida urbana.

* Trabajo financiado por la Secretaria de Energia de la Nación.

Miembro de la Carrera del CONICET.

@ Becario del CONICET.

^ Colaborador.

Habiendo realizado un prediagnóstico a nivel microregional el cuadro configurado puede sintetizarse así:

El consumo promedio per capita de la microregión se eleva a 2,79 TEP, teniendo en cuenta la población en base al Censo 1987 realizado por la Dirección de Estadística del Ministerio de Economía de la Provincia de Santa Cruz.

La participación porcentual por vectores energéticos es la siguiente: energía eléctrica: 63,4%; gas envasado: 7,4%; carbón: 17,6%; combustibles líquidos: 11,6%. El 81% se origina en carbón.

Los consumos con destino urbano (sectores residencial, terciario y transporte) asciende a 27.011 TEP incluyendo en este total 1.810 TEP que suponemos corresponden a la parte porcentual del consumo interno de la usina destinado a usos urbanos.

La participación porcentual urbana por formas de energía es la siguiente: energía eléctrica: 50,6%; gas envasado: 10%; carbón: 23,8%; combustible líquidos: 15,6%.

Si consideramos que en 1986 se consumieron 29.524 TEP mediante carbón, incluyendo en ello la energía destinada a la producción de la mina que ascendió a 364.755 Tn. de carbón depurado comercial, el consumo de carbón de la microregión fue el 13,4% de dicha producción.

Asimismo con destino urbano residencial-terciario se gastaron 20.093 TEP mediante carbón, de modo que las 33.334 toneladas quemadas fueron el 9,1% de la producción carbonífera de ese año.

La distribución porcentual del consumo por sectores es: producción industrial: 8.184 TEP (22,5%); generación eléctrica: 3.057 TEP (8,4%); transporte: 3.648 TEP (10%); residencial y terciario: 21.553 TEP (59,1%). Total: 36.442 TEP.

La situación energética de la Villa Minera puede apreciarse sintéticamente en el Cuadro 1.

CUADRO 1.

Sector residencial	: 13.119	: 73,1%
Sector terciario	: 1.600	: 9,9%
Sector transporte	: 1.627	: 9 %
Otros consumos	:	:
Combust. líquidos	: 1.627	: 9 %
TOTAL CONS. VILLA	: 18.053	: 100 %
Sector residencial	:	:
consumido calofac.	: 11.705	: 65 %

En el Cuadro 2 se sintetiza la distribución porcentual de cada vector energético en relación al consumo urbano total de energía.

CUADRO 2

TOTAL ENERGIA	:	10.053	:	100 %
E. Eléctrica	:	7.274	:	40,3%
Gas envasado	:	2.020	:	14,5%
Carbón	:	4.443	:	24,6%
Comb. líquidos	:	3.716	:	20,6%

En el Cuadro 3 se sintetiza la distribución porcentual de cada forma de energía en relación al consumo del sector residencial y terciario.

CUADRO 3

TOTAL ENERGIA	:	14.799	:	100 %
E. Eléctrica	:	7.274	:	49 %
Gas envasado	:	2.620	:	17,7%
Carbón	:	4.443	:	30 %
Comb. líquidos	:	462	:	3,3%

2. CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

El universo residencial en estudio comprende en su totalidad las viviendas construidas desde el inicio de la Villa Minera por la Empresa YCF, excluyéndose las viviendas de construcción privada (por ejemplo Barrio Comercial) pues no constituyen tipos representativos ni tienen peso cuantitativo.

El total de viviendas es de 955 (viviendas individuales) y 16 pabellones colectivos. El total de viviendas de la Villa Minera es 1.365.

La clasificación tipológica dio como resultado la concentración en 5 tipos y 13 modelos, la mayoría de tecnología prefabricada.

Para el estudio del consumo de energía en el sector residencial de la Villa Minera (1.365 viviendas) y en el sector bajo estudio (955 viviendas) se contó con dos tipos de datos: los provenientes de la información de despacho a plaza de las distintas energías comerciales y los provenientes de las encuestas realizadas donde los usuarios declaraban las cantidades de energía consumida. Del contraste de la información obtenida de las fuentes mencionadas, se pudo caracterizar el consumo de los distintos tipos de energía en el sector bajo estudio y eliminar las incongruencias que podrían haber tenido lugar en caso de sólo contar con una fuente de información.

A partir de los registros de consumo de las viviendas individuales (51 casos), se determinó que el consumo anual de

En el Cuadro 2 se sintetiza la distribución porcentual de cada vector energético en relación al consumo urbano total de energía.

CUADRO 2

TOTAL ENERGIA	:	10.053	:	100 %
E. Eléctrica	:	7.274	:	40,3%
Gas envasado	:	2.020	:	14,5%
Carbón	:	4.443	:	24,6%
Comb. líquidos	:	3.716	:	20,6%

En el Cuadro 3 se sintetiza la distribución porcentual de cada forma de energía en relación al consumo del sector residencial y terciario.

CUADRO 3

TOTAL ENERGIA	:	14.790	:	100 %
E. Eléctrica	:	7.274	:	49 %
Gas envasado	:	2.620	:	17,7%
Carbón	:	4.443	:	30 %
Comb. líquidos	:	462	:	3,3%

2. CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

El universo residencial en estudio comprende en su totalidad las viviendas construidas desde el inicio de la Villa Minera por la Empresa YCF, excluyéndose las viviendas de construcción privada (por ejemplo Barrio Comercial) pues no constituyen tipos representativos ni tienen peso cuantitativo.

El total de viviendas es de 955 (viviendas individuales) y 16 pabellones colectivos. El total de viviendas de la Villa Minera es 1.365.

La clasificación tipológica dio como resultado la concentración en 5 tipos y 13 modelos, la mayoría de tecnología prefabricada.

Para el estudio del consumo de energía en el sector residencial de la Villa Minera (1.365 viviendas) y en el sector bajo estudio (955 viviendas) se contó con dos tipos de datos: los provenientes de la información de despacho a plaza de las distintas energías comerciales y los provenientes de las encuestas realizadas donde los usuarios declaraban las cantidades de energía consumida. Del contraste de la información obtenida de las fuentes mencionadas, se pudo caracterizar el consumo de los distintos tipos de energía en el sector bajo estudio y eliminar las incongruencias que podrían haber tenido lugar en caso de sólo contar con una fuente de información.

A partir de los registros de consumo de las viviendas individuales (51 casos), se determinó que el consumo anual de

energía eléctrica por vivienda es de 12,7 MWh (lo que coincide con lo hallado a partir de datos globales). De las declaraciones de los consumidores (encuestas) sobre tiempos de uso del equipamiento, se estimaron los consumos anuales de energía eléctrica. En el 24% de los casos (22 viviendas) se comprobó que el estimado estaba dentro del 26% del consumo anual medido. Con este patrón de consumo declarado y verificado, se construyó el Cuadro 4 donde se puede ver las fracciones de consumo eléctrico asociado a cada uso (desagregación del consumo).

CUADRO 4.

USO	% DEL TOTAL DE E. E. CONSUMIDA
CALEFACCION	80
ELECTRODOMESTICOS	13,5
ILUMINACION	6,5

El Cuadro 5 resume los valores de la energía primaria por vivienda y para el sector bajo estudio de la Villa Minera (955 viviendas).

CUADRO 5.

	POR VIVIENDA (TEP)	TODO EL PARQUE (TEP)	CONSIDERADO (%)
ENERGIA ELECTRICA	4,37	4.173	45
GAS ENVASADO	3,14	2.999	33
CARBON	1,95	1.863	20
COMBUSTIBLES LIQUIDOS	0,21	200	2
TOTAL	9,67	9.235	100

El coeficiente de pérdidas térmicas ponderado de las viviendas que componen el parque habitacional bajo estudio es de 425 W/C. En base a este valor se puede calcular el consumo teórico necesario como el producto de este coeficiente con los Grados día anuales de calefacción (base 18 C). Suponiendo un factor de ocupación 1 (vivienda permanentemente ocupada durante todo el año) se obtiene que el calor útil necesario es de 155 GJ por vivienda año.

El resultado implica que existe un aparente exceso de energía útil realmente utilizada de aproximadamente 8%. Debe tenerse en cuenta al respecto que las viviendas no permanecen ocupadas en periodos de vacaciones y salidas eventuales.

Desde otro ángulo esto implica que se consume energía como si la temperatura de base para el cálculo de los Grados día fuese 19 C. Los datos de las mediciones de temperaturas medias interiores arrojan un valor medio de 18,9 C, lo que es

consistente con las estimaciones energéticas aquí realizadas.

En base a esta apreciación y asumiendo que una temperatura media interior de 18 C es aceptable (tengase en cuenta que las ganancias solares y por ocupación no se consideran) lo que está ligado a los hábitos culturales y la localidad de que proceden las familias que habitan cada vivienda, se puede estimar que induciendo la utilización de ese nivel térmico medio y asignando el ahorro derivado de esta medida a la disminución del consumo de energía eléctrica, se podría pasar a un consumo promedio de energía eléctrica de 9,4 MWh por año y vivienda.

Considerando que el consumo de energía eléctrica residencial importa un promedio (años 85, 86 y 87) del 35% de la energía despachada, se podría con esta medida ahorrar alrededor de un 9% del total de la energía eléctrica generada.

Siguiendo este razonamiento, debería implementarse una campaña tendiente a lograr una leve disminución de las temperaturas medias interiores acompañada de la imposición de un límite superior de alrededor de 10 MWh de consumo de energía eléctrica por vivienda. Una medida de este tipo induciría también a hacer mayor uso de gas envasado, medida que según se puede apreciar a través del estudio de los casos observados ha tenido un éxito relativamente importante.

3. YACIMIENTOS DE AHORRO DE ENERGIA

3.1. Potencial de ahorro de energía eléctrica en grandes consumidores.

Como se ha expuesto, existe un potencial de ahorro de un 9% de la energía útil de calefacción a través de una modificación de los hábitos de uso y consumo, con eventual reducción de 1C o 2C en las temperaturas medias internas de la vivienda, lo que representa aproximadamente 2.078 TEP y el 30,4% del consumo de energía primaria del sector residencial.

3.2. Yacimiento potencial de ahorro por mejoramiento térmico de la envolvente de las viviendas

3.2.1. Yacimiento potencial de ahorro de energía útil de calefacción

Las medidas consideradas son las siguientes: a. Para superficies transparentes: a.1. control de infiltraciones de aire a través de la colocación de burletes; a.2. colocación de postigones; a.3. colocación de doble vidrio. b. Para superficies opacas: b.1. aislación térmica de techos; b.2. aislación térmica de muros.

En las Figuras 1 a 3 se expresa la distribución porcentual de cada medida sobre el total de energía útil de calefacción de algunas tipologías.

AHORRO POR TIPOLOGIA: MONOBLOCK
Según medidas de conservación

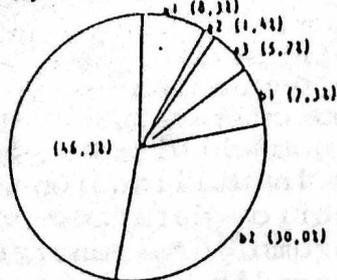


Fig. 1.

AHORRO POR TIPOLOGIA: EDIFICIO
Según medidas de conservación

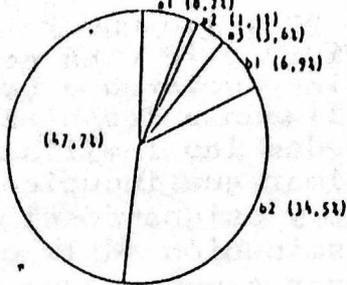


Fig. 2.

AHORRO POR TIPOLOGIA: BLOQUE BAJO
Según medidas de conservación

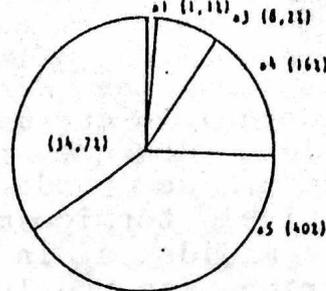


Fig. 3.

En el Cuadro 6 se muestra el costo promedio por vivienda de cada medida y el costo estimado para la totalidad del parque habitacional de la Villa (1.365).

CUADRO 6

MEDIDA	COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA (U\$S/vivienda)	COSTO TOTAL PARQUE HABITACIONAL
a.1	11,6	16.151
a.2	235,5	320.505
a.3	90,1	122.627
b.1	307,0	527.735
b.2	977,0	1.330.000

3.2.2. Yacimiento potencial de ahorro en energía primaria en relación al consumo total del sector residencial-terciario

En el Cuadro 7 se estiman los TEP ahorrados con cada medida en relación a todo el parque de viviendas (1.365); la distribución porcentual en función del total de energía primaria en el sector residencial y terciario; el costo por cada TEP ahorrado y el monto de la energía ahorrada, considerando que el total de energía primaria consumida por el sector residencial y terciario es de 14.799 TEP y la de calefacción 11.705 TEP.

CUADRO 7.

TIPO DE MEDIDA	AHORROS (TEP)	COSTO INVERSION (%)	VALOR AHORR. (U\$S)	MONTO AHORRO ANUAL (*) (U\$S)
a.1	705	5,3	16151	202.449
a.2	127,6	0,9	320505	2513
a.3	545	3,7	122627	210.549
b.1	1665	11,3	527735	533.627
b.2	2053	13,9	1330094	791.603
I a1+a3+b1+b2	5046	34	1096515	1.715.764
II a3+b1	2210	14,9	650364	751.154
III b1+b2	3710	25	1057737	1.003.711
IV a1+a3	1330	9	138700	452.054

(*) equivalentes a Kg. de gas envasado, 0,41 U\$S en junio de 1988.

(*) Porcentaje sobre el total de energía primaria sector residencial/terciario.

(*) Equivalentes a Kg. de gas envasado, 0,41 U\$S en junio de 1988.

(+) Porcentaje sobre el total de energía primaria sector residencial/terciario.

3.3. Amortización de las inversiones

En base a los estudios realizados en relación al retorno de la inversión, según las medidas propuestas, se obtuvo una primera aproximación del tiempo de amortización que se muestra en las Figuras 4 y 5.

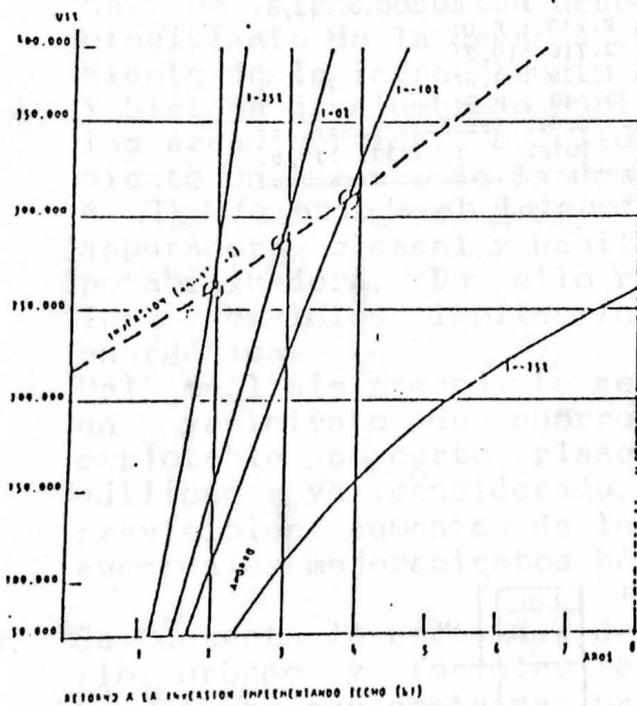


Fig. 4.

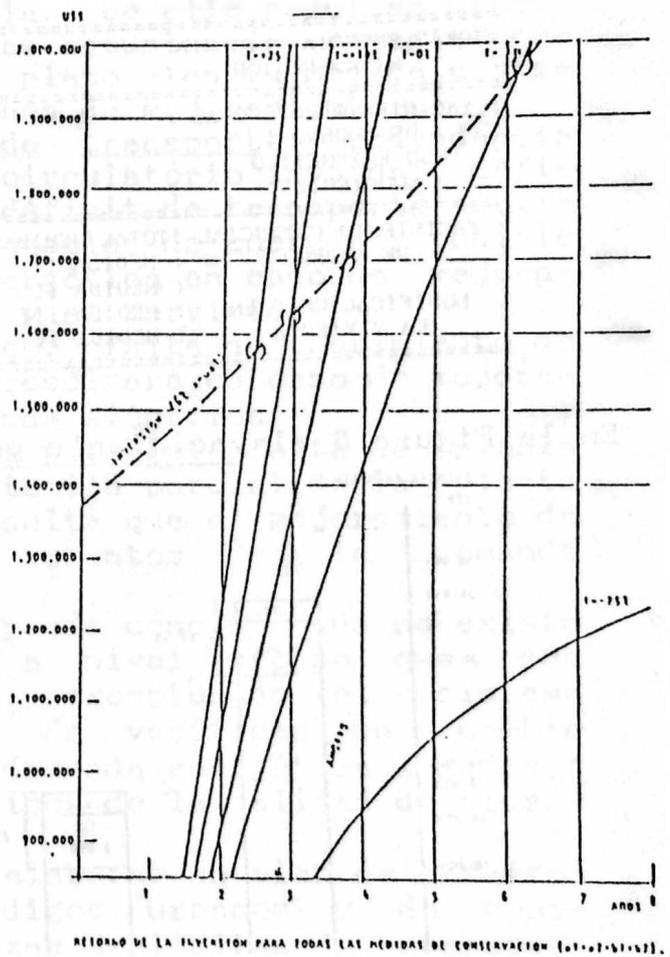


Fig. 5.

En el Cuadro 8 se resumen los potenciales de ahorro de energía destinada a calefacción en relación al total de energía primaria del sector residencial y terciario de la Villa; a la energía destinada al sector urbano y a la energía destinada a la microregión.

CUADRO 8.

		TEP	%	TEP	%
=====					
: TOTAL ENERGIA PRIMARIA:					
: SECTOR RESIDENCIAL :				14.790	
: Y TERCIARIO :					
=====					
: YACIMIENTO POTENCIAL :					
: DE AHORRO 1 :				2.071	14
: "USO ENERGETICO :					
: CONCIENTE" :					
=====					
: YACIMIENTO POTENCIAL :		TOTAL MEDIDAS:		5.040	34
: DE AHORRO :		MEDIDA I	2.210 : 14,0 :		
:		MEDIDA II	3.710 : 25,0 :		
: MODIFICACIONES EN :		MEDIDA III	1.330 : 9,0 :		
: LA VIVIENDA :		MEDIDA IV	3.140 : 21,2 :		
=====					
		TOTAL		7.111	40
=====					
: TEP : % : TEP : % :					
=====					
: TOTAL ENERGIA PRIMARIA:					
: MICRO-REGION :				36.442	
=====					
: YACIMIENTO POTENCIAL :					
: DE AHORRO 1 :				2.071	5,7 :
: "USO ENERGETICO :					
: CONCIENTE" :					
=====					
: YACIMIENTO POTENCIAL :		TOTAL MEDIDAS:		5.040	13,0 :
: DE AHORRO :		MEDIDA I	2.210 : 6,0 :		
:		MEDIDA II	3.710 : 10,2 :		
: MODIFICACIONES EN :		MEDIDA III	1.330 : 3,6 :		
: LA VIVIENDA :		MEDIDA IV	3.140 : 8,6 :		
=====					
		TOTAL		7.111	19,5 :
=====					

En la Figura 6 el yacimiento potencial de ahorro global.

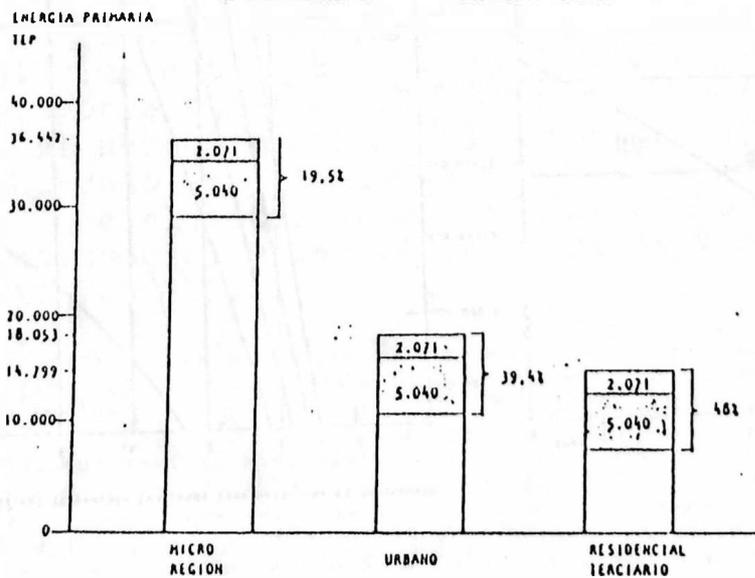


GRAFICO 9.10 - YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO GLOBAL

Fig. 6. Yacimiento de ahorro global.

4. CONCLUSIONES

Un análisis más detallado puede encontrarse en (2). A partir del mismo se arribó a un cuerpo de conclusiones algunas de las cuales se sintetizan a continuación.

- i. La totalidad del potencial de ahorro es de 7.111 TEP, lo

que significa un ahorro del 54% del consumo del sector residencial, del 48% de los sectores residencial y terciario y del 39% de la energía primaria de toda la Villa, excluido el sector industrial.

- ii. Los plazos de retorno de las inversiones necesarias para lograr los ahorros considerados varían entre 6 meses para el burletco de aberturas y entre 2 y 6 años para todas las medidas, sobre la base de diferentes variaciones de los precios de la energía y tarifas correspondientes a gas envasado.
- iii. Se verifica una baja calidad ambiental urbana, resultante de los déficit de servicio de los siguientes sistemas:
 - * Sistemas residencial-terciario: falta de regulación del crecimiento urbano: baja densidad urbana e inadecuada calidad térmica edilicia. De ello resultan directamente diversas deseconomías actuales de energía que sólo se superarán - a largo plazo - en la medida que se implementen sostenidas acciones de mejoramiento.
 - * Sistemas circulatorio y de transporte: redundancia circulatoria vial; déficit circulatorio invernal; déficit circulatorio peatonal; déficit de transporte público. De ello resultan deseconomías de energía y posible crecimiento de la demanda energética en caso de mejoramiento de la infraestructura y el servicio.
 - * Sistema de alumbrado público: falta de cubrimiento de las áreas servidas. De ello resultará en caso de mejoramiento un aumento de la demanda eléctrica.
 - * Sistemas cloacal y de agua potable: falta de planta depuradora cloacal y habilitación parcial de la planta potabilizadora. De ello resulta que el mejoramiento de los servicios implicaría aumentos de la demanda energética.

Del análisis precedente se puede concluir que no existe un yacimiento de ahorro a nivel urbano que sea explotable a corto plazo, exceptuando el sistema edilicio ya considerado. Se verifican en cambio previsibles aumentos de la demanda energética ligados a eventuales mejoramientos básicos de la calidad de vida.
- iv. Se detecta la necesidad de elaborar un plan de desarrollo urbano y formular códigos urbanos y de construcciones que contengan pautas explícitas de conservación de energía. Los mismos - en el sentido de la mejor experiencia nacional e internacional - deberían contener precisiones sobre la cantidad y calidad de los materiales y sistemas de aislación a emplear, según su posición en la estructura edilicia, así como la compacidad mínima de la misma, la estanqueidad de los cerramientos y normas acerca de los sistemas de calentamiento.
- v. Respecto a la utilización de la energía solar, del estudio surge que sólo tendría sentido utilizar sistemas

que alcancen una fracción solar del 10 al 15%, después de profundizar las medidas de conservación hasta alcanzar un coeficiente global de pérdidas "G" de aproximadamente 0,7 Wcm³. A efectos comparativos debe tenerse en cuenta que el "G" medio auditado es de 2 WC m³.

vi. El trabajo ha permitido conocer las características globales del consumo de energía en la Villa Minera y se ha determinado un yacimiento interesante que podría explotarse a partir de una campaña que tienda a modificar razonablemente los hábitos de uso de los grandes consumidores, que constituyen alrededor del 30% del ahorro potencial de energía primaria. Esta es la acción a implementar en primer término, que podemos denominar de uso energético conciente, y no demandará mayores inversiones. Consistiría en un conjunto de acciones de difusión, asesoramiento y seguimiento sobre una muestra seleccionada. Durante esta etapa debería simultáneamente consolidarse la información obtenida referente al yacimiento de ahorro que representa la modificación de la envolvente de las viviendas, el que debería ser encarado en segundo término, si bien medidas como el burleteo podrían implementarse en simultaneidad con la etapa de uso energético conciente.

Durante la primera etapa propuesta se deberá entonces profundizar el conocimiento alcanzado en este estudio - que ha tenido un carácter exploratorio - dimensionar con mayor precisión el yacimiento y delinear políticas y procedimientos para explotarlo con éxito.

vi. Debe tenerse en cuenta que el sistema energético de la Villa funciona sobre la base de un fuerte subsidio a casi todas las formas de energía. Ello a priori indica, que las políticas tradicionales de conservación y la experiencia internacional pueden ser de dudosa aplicabilidad, pues en general ellas se basan en un contexto económico-energético muy diferente desde el punto de vista del consumidor. En las condiciones actuales en la microregión, si la energía no estuviera subsidiada, los grupos familiares deberían destinar entre el 52,2% y el 10,4% de sus ingresos para pagarla, teniendo en cuenta los consumos actuales y las tarifas que se aplican a los consumidores no subsidiados. La composición del gasto sería entre 34,7% y 7,9% para electricidad y 17,5% y 2,5% para gas. Asimismo el 15% de los hogares destinarían más de la mitad de sus ingresos a ese pago.

REFERENCIAS

1. Elias Rosenfeld et al. "Plan integral de conservación energía para la microregión de Río Turbio. Primera etapa". 12a. Reunión de ASADES. Buenos Aires. 1987.
2. IDEHAB, U.I. 2. Río Turbio. Sumario Ejecutivo. FAU, UNLP. La Plata. 1988.