

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. Martínez, J. Pracchia, G. San Juan, C. Sagasti, J. Czajkowski =, C. Ferreyro, A. Gómez ^, M. Fontana ^, Y. Rosenfeld ^

RESUMEN

Se presentan los resultados de la auditoría de energía del sector residencial de la Villa Minera de Río Turbio, provincia de Santa Cruz. Se proponen distintas medidas de conservación de energía 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.

El potencial de ahorro promediado de energía 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 US\$ 1.700 por vivienda.

1. INTRODUCCION

Los problemas energético-ambientales y de habitabilidad que afectan a la micro-región de Río Turbio ya han sido expuestos anteriormente (+). Cabe recordar que el tema central es el de configurar respuestas al uso irracional de la energía, 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 tecnología obsoleta un desequilibrio energético-ambiental que degrada la calidad de vida urbana.

Habiendo realizado un prediagnóstico a nivel micro-regional el cuadro configurado puede sintetizarse así:

El consumo promedio per capita de la micro-región 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.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 Nº 162 - 1900 La Plata, Buenos Aires.

* Trabajo financiado por la Secretaría de Energía de la Nación.

+ Miembro de la Carrera del CONICET. = Becario del CONICET.

^ Colaborador.

Los consumos con destino urbano (sectores residencial, terciario y transporte) se sintetizan en los Cuadros 1, 2 y 3.

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

CUADRO 1 (Valores en TEP).

Sector Residencial	13.119	73,1%
Sector Terciario	1.600	8,9%
Sector Transporte	1.627	9%
Otros Consumos		
Combust. Líquidos	1.627	9%
TOTAL CONSUMO VILLA	18.053	100%
Sector Residencial		
Consumo Calefacción	11.705	88%

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

CUADRO 2 (Valores en TEP).

TOTAL ENERGIA	18.053	100%
Energía Eléctrica	7.274	40,3%
Gas Envasado	2.620	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

USO	% DEL TOTAL DE ENERGIA CONSUMIDA
Calefacción	80,0
Electrodomésticos	13,5
Iluminación	6,5

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.

El total de viviendas es de 955 (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 sido lugar en caso de sólo contar con una fuente de información.

A partir de los registros de consumo de las viviendas individuales (11 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 en el orden 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 LA E.E. CONSUMIDA
Calefacción	80
Electrodomésticos	13,5
Iluminación	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 CONSIDERADO (TEP)	%
Energía Eléctrica	4,37	4.173	45
Gas Envasado	3,14	2.998	33
Carbón	1,95	1.863	20
Combustibles Líquidos	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.

ción (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 períodos 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 (téngase en cuenta que las ganancias solares y por ocupación no se consideran) 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 ENERGIA ELECTRICA 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 1°C o 2°C 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 TERMICO 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 el porcentaje de cada medida sobre el total de energía útil de calefacción de algunas tipologías.

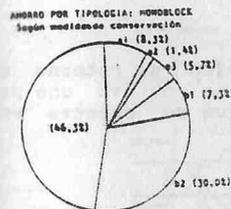


Fig. 1.

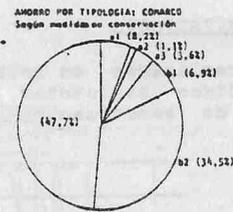


Fig. 2.

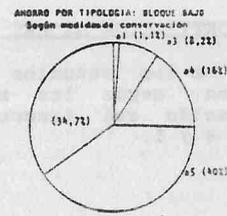


Fig. 3.

En el Cuadro 6 se muestra el costo promedio por vivienda de cada medida considerada y el costo estimado para la totalidad del parque habitacional de la Villa (1365).

CUADRO 6

MEDIDA	COSTO PROMEDIO POR VIVIENDA (u\$s/viv.)	COSTO TOTAL PARQUE HABITACIONAL
a.1	11,6	16.151
a.2	235,5	320.505
a.3	60,1	122.627
b.1	387,6	527.795
b.2	877	1.330.094

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 (u\$s)	VALOR AHORRO (u\$s)	MONTO AHORRO ANUAL (*) (u\$s)
a.1	785	5,3	16.151	20,5	282.449
a.2	127,6	0,9	320.505	2513	-----
a.3	545	3,7	122.627	225	218.548
b.1	1.665	11,3	527.795	317	533.827
b.2	2.053	13,9	1.330.094	647	781.603
I a1+a3+b1+b2	5.048	34	1.886.515	396	1.715.764
II a3+b1	2.210	14,9	650.364	293	751.154
III b1+b2	3.718	25	1.857.737	500	1.983.711
IV a1+a3	1.330	9	138.780	104	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.

3.3. AMORTIZACION 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.

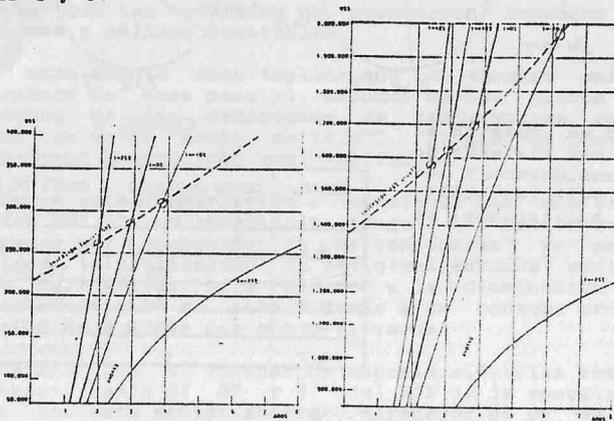


Fig. 4.

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 micro-región.

CUADRO 8.

AHORRO RESPECTO AL SECTOR RESIDENCIAL Y TERCIARIO		TEP/ AÑO	%	TEP/ AÑO	%
TOTAL ENERGIA PRIMARIA SECTOR RESIDENCIAL Y TERCIARIO				14.788	
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO I "USO ENERGETICO CONCIENTE"				2.071	14
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO MODIFICACIONES EN LA VIVIENDA	TOTAL MEDIDAS			5.040	34
	MEDIDA I	2.210	14,9		
	MEDIDA II	3.718	25,0		
	MEDIDA III	1.330	9,0		
MEDIDA IV	3.140	21,2			
TOTAL				7.111	48
AHORRO RESPECTO A LA MICRO-REGION		TEP/ AÑO	%	TEP/ AÑO	%
TOTAL ENERGIA PRIMARIA MICRO-REGION				14.798	
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO I "USO ENERGETICO CONCIENTE"				2.071	5,7
YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO MODIFICACIONES EN LA VIVIENDA	TOTAL MEDIDAS			5.040	13,8
	MEDIDA I	2.210	6,0		
	MEDIDA II	3.718	10,2		
	MEDIDA III	1.330	3,6		
MEDIDA IV	3.140	8,6			
TOTAL				7.111	18,5

En la Figura 6 el yacimiento potencial de ahorro global.

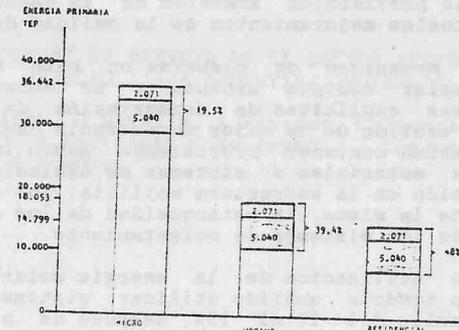


Fig. 6. Yacimiento de ahorro global

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 38% 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 burleteo 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 veri-

fican en cambio previsibles aumentos de la demanda energética ligados a eventuales mejoramientos 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 W°Cm³. A efectos comparativos debe tenerse en cuenta que el "G" medio auditado es de 2 W°Cm³.
- 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.
- 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 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 micro-región, 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. Elías Rosenfeld et al. "Plan integral de conservación de la energía para la micro-región 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.