

## EFICIENCIA ENERGETICA Y URE EN LOS SECTORES RESIDENCIAL-TERCIARIOS METROPOLITANOS. LAS AGLOMERACIONES DEL GRAN BUENOS AIRES Y GRAN LA PLATA

Elías Rosenfeld<sup>1</sup>, Carlos Discoli<sup>1</sup>, Hilda Dubrovsky<sup>2</sup>, Jorge Czajkowski<sup>1</sup>, Gustavo San Juan<sup>1</sup>, Carlos Ferreyro<sup>3</sup>, Yael Rosenfeld<sup>4</sup>, Analía Gómez<sup>3</sup>, Carlos Gentile<sup>3</sup>, Irene Martini<sup>4</sup>, Santiago Hoses<sup>4</sup>, Agustín Pinedo<sup>5</sup>

IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI nº2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata  
Calle 47 NE162. CC 478 (1900) La Plata. Tel-fax: + 54 (221) 421-4705 / 427-1141  
e-mail: [erosenfe@arqui.farulp.unlp.edu.ar](mailto:erosenfe@arqui.farulp.unlp.edu.ar), [afgomez@arqa.com](mailto:afgomez@arqa.com)

### RESUMEN

El trabajo se basa en las tareas de dos proyectos coordinados que tienden a conocer la situación energética actual del sector residencial, confrontarla con los datos y resultados de proyectos realizados en la década anterior y en consecuencia establecer pautas para políticas de uso racional de la energía ambientalmente conciente (UREAC) posibles en los años venideros. Se exponen los aspectos metodológicos e instrumentales. Se consideran los edificios en su contexto de redes y tramas urbano-regionales. Se describe el nuevo equipamiento incorporado que facilita los registros discriminados y minimiza las molestias a los usuarios, la encuesta detallada y la espacialización en el territorio. Se sintetiza el resultado de un primer diagnóstico sobre los consumos energéticos residenciales, comerciales y de servicios.

### INTRODUCCION

Hace algo más de una década, nuestro grupo de investigación realizó un proyecto sobre el potencial de URE y sus políticas en el Área Metropolitana de Buenos Aires, AUDIBAIRES (E.Rosenfeld et al, 1986, 1988, 1989). Auditamos viviendas tipológicamente representativas, 392 en forma global y 135 en forma detallada. Consideramos la situación energética de la región y los aspectos de comportamiento de los usuarios según estratos sociales. Los resultados nos permitieron trazar un cuadro de situación, dimensionando yacimientos de ahorro derivados de los casos de inadecuación edilicia y/o comportamientos no concientes. También detectamos que amplios sectores medios y de bajos recursos se hallaban en infraconsumo energético. Ocupaban sus viviendas en forma sectorial y concentrada, en muchos casos hasta el límite del hacinamiento en búsqueda de confort en invierno. En el período estival buscaban el confort en los espacios exteriores. En esos casos no solo no había margen de ahorro, sino que se requería aumentar drásticamente el consumo o implementar medidas de URE para lograr una habitabilidad apropiada.

La situación energética macro de la década de los =80, previa a la transformación del Estado y los procesos de privatización, posibilitaba sustentar hipótesis de ahorro que podían ser compartidas por autoridades, empresas y consumidores. La calidad térmica del parque edilicio tendía en términos históricos a disminuir. El equipamiento mantenía cierta racionalidad si bien no estaba actualizado en términos tecnológicos. Finalmente, se percibía la intención a nivel institucional, de formular políticas explícitas e implícitas para el sector.

En la actualidad apreciamos que la situación ha cambiado notablemente. No se conoce claramente la penetración de las estrategias de URE que han tenido una cierta difusión informal, tanto a nivel edilicio como del equipamiento. Los costos de la energía, el sobre-equipamiento y consumo inducidos, pueden haber tenido influencias que deberá ser ponderada. También las modificaciones emergentes de las transformaciones del comportamiento social. Algunas de mucho peso como la privatización profunda del sistema energético y el predominio de la lógica empresaria, motivada en el negocio de vender más energía en algunos casos y en otros a no hacerlo, también por razones empresarias. Durante este período se ha verificado además una ausencia casi total, -en todos los niveles institucionales- de políticas y estrategias de URE. No es un dato menor que la privatización implique restricciones de acceso a la información sobre estos temas.

En este nuevo contexto nos ha parecido pertinente realizar un proyecto (E.Rosenfeld et al, 1997) tendiente a conocer la situación actual, confrontarla con los datos anteriores y en consecuencia establecer pautas para políticas posibles en los años venideros.

Entendemos que la formulación de políticas de URE en esta región debiera considerar articuladamente al sector residencial con el de transporte y el de servicios, en un marco de uso sostenible de los recursos (UREAC). Y que hoy en día proponer cursos de acción alternativos requiere plantear diferentes escenarios socioeconómicos y la suficiente generalización como para ser útil a otras aglomeraciones.

Nos estamos refiriendo más específicamente a conocer y relacionar: i. el estado ambiental conectado a la energía; ii. las características climáticas, edilicias y de comportamiento de tipologías representativas; iii. el marco jurídico administrativo, las políticas económicas, energéticas y las modalidades del mercado; además de iv. Identificar, construir y comparar indicadores orientados a la forma y consumo de energía en relación a los aspectos sociales, ambientales y económicos; v. Dimensionar y

1 Investigador CONICET; 2. Investigador IDEE; 3. Investigador FAU; 4. Becario CONICET; 5. Becario UNLP.

establecer un diagnóstico cuali-cuantitativo de los posibles potenciales de uso racional de energía y yacimiento potencial de ahorro.

Por razones presupuestarias y logísticas hemos definido como el universo macro la aglomeración Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), y el universo micro en la Aglomeración del Gran La Plata (GLP), considerando tres zonas, según alta, media y baja consolidación urbana. E incluyendo todos los casos posibles auditados en AUDIBAIRES (proyecto de la década anterior).

En forma coordinada estamos desarrollando otro proyecto (P.Pirez, 1997) dedicado a estudiar las relaciones entre el complejo de mallas de redes de infraestructura y servicios urbanos y regionales (RUR), el sistema político institucional, el desarrollo urbano y la innovación tecnológica, para entender los cambios de eficiencia que se proponen. Asimismo profundizar en el conocimiento y construcción de indicadores, que posibiliten el diagnóstico y la evaluación integrada de las redes y sistemas, así como la formulación de lineamientos de políticas.

Resulta evidente que estamos en consecuencia abordando dentro de un mismo marco por una parte los edificios como nodos de redes y tramas edilicias y por la otra a las redes como elementos estructurales de escenario urbano-regional. Ello nos permitirá analizar con mayor profundidad la situación de los sectores y sus interacciones.

## **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Se decidió considerar casos representativos, utilizando técnicas estadísticas de expansión de muestras, abarcando así la totalidad del parque edilicio. En consecuencia se estudian casos "tipo" a los que se encuesta en forma detallada y más profundamente que en AUDIBAIRES. Ello no está solamente motivado por razones de la situación económico-social y presupuestarias, sino de la situación de seguridad. En consecuencia resulta mucho más difícil acceder en la actualidad al consentimiento de los hogares a brindar información y acceso a su hábitat. A ello se agrega la casi imposibilidad de obtener la información detallada de la energía suministrada por los prestatarios, quienes no están obligados por la legislación regulatoria.

Por otra parte contamos en la actualidad con mejores medios instrumentales, lo que requiere modificar las técnicas de trabajo. Así en lo que se refiere al instrumental de auditoría nos hemos equipado para adquirir información más precisa y detallada ocasionando menos molestias a los miembros del hogar. También contamos con los medios para procesar una encuesta más abarcativa que la utilizada anteriormente, incluyendo tanto los aspectos cuantificables como los de opinión del usuario. Otro instrumento importante es el SIG que nos permitirá espacializar y relacionar múltiples dimensiones de las redes y tramas urbano-regionales del territorio en estudio. Sobre la metódica y contenido de variables tratadas (E.Rosenfeld et al, 1998).

El audit-diagnóstico consta de diferentes etapas consecutivas, incluíbles y complementarias, conformando un proceso que involucra: la adquisición y relevamientos de datos (encuesta detallada); medición in situ de los parámetros físico-constructivos y de habitabilidad según el caso (colocación de instrumental; sistematización y carga de datos (base de datos estructurada); procesamiento de la información (formulación de cruces de variables, construcción de índices, balances higrotérmicos, etc.); verificación de la información objetiva y subjetiva (contrastación de las declaraciones vs. las mediciones in situ). La contrastación y ajuste de ambos aspectos (objetivos y subjetivos), permite la validación de los resultados, ampliando los mismos al universo total de encuestas, obteniendo así tipos, patrones y perfiles de los usuarios. Los dos primeros puntos se detallan en los párrafos siguientes, como resultados metodológicos ya probados, encontrándose los siguientes en etapa de análisis y procesamiento.

En cuanto a la información general de URE, y de la experiencia internacional referente, se están llevando a cabo intercambios de experiencias con otros centros latinoamericanos y europeos, así como explorando la amplia oferta que se halla en internet.

## **ENCUESTA DETALLADA**

La encuesta recoge un amplio espectro de información organizada en los siguientes capítulos: i. Datos generales de identificación y localización de la vivienda; ii. Datos socio-económicos de los componentes del hogar; iii. Factor de ocupación; iv. Equipamiento energético; v. Consumo anual de energía; vi. Hábitos de uso de la energía; vii. Opinión del usuario sobre su vivienda en los aspectos relacionados con la habitabilidad; viii. Movilidad del grupo familiar; ix. Percepción de la situación ambiental del entorno urbano; x. redes de infraestructura y servicios en la vivienda y su entorno; xi. características constructivas de la vivienda. Incluye planillas para el registro de la documentación gráfica y de las mediciones de consumo de energía, temperatura y humedad, iluminación natural, artificial y amortiguamiento acústico interior-exterior (E.Rosenfel et al, 1999).

Como podrá apreciarse la encuesta pretende cubrir con cierto detalle no sólo los aspectos habituales, sino otros como los ambientales, tecnológicos y variables derivadas del concepto de confort integral, como iluminación natural y habitabilidad acústica en relación al medio urbano. Nuestra pretensión de una auditoría amplia y profundizada, es compatible con la idea de auditar fundamentalmente casos-tipos. Somos concientes de la dificultad de su extensión y en consecuencia de la demanda de tiempo para realizarla.

Destacamos tres puntos novedosos: i. Se busca adquirir información sobre las características del trabajo de los miembros del hogar en cuanto a ocupación, sub-ocupación, características y estabilidad, buscando correlacionar estos aspectos con la relación consumo de energía/habitabilidad/equidad; ii. Los aspectos ambientales y del entorno barrial buscan correlacionar la vivienda con la calidad del territorio y sus redes y servicios; iii. La percepción de la innovación tecnológica indaga sobre la eficiencia energética en la escala macro, respecto a tres instancias de los servicios: la actual, la previa a la privatización y respecto a las expectativas de los usuarios. Se debe tener en cuenta que la encuesta forma parte de un sistema de adquisición y procesamiento de datos. A la fecha se han realizado 132 encuestas.

## EXPERIENCIA LOGRADA EN LA METÓDICA DE AUDITORÍA E INSTRUMENTAL

La estrategia utilizada en las auditorías consiste en medir siete días el comportamiento higrotérmico del período, utilizando una combinación de termohigrógrafos, termómetros y *Hobo's* (Micro adquirentes de datos). En días adecuados se mide confort lumínico y acústico. Se verifican los datos relevados en la encuesta y se registra del medidor el consumo inicial y final de electricidad -EE- y gas -GN-. En caso de utilizarse otros combustibles (gas envasado-GE-, kerosene-K-, leña-L-, etc) se verifica con el usuario el consumo estimado semanal. En particular el -GE- y -L- se registra por diferencias de peso lo consumido.

Las características constructivas edilicias y la información gráfica (Planta-cortes-vistas) se cargan en CAD, utilizándose como insumo básico para el análisis de auditorías, colocación de instrumental e implementación de simulaciones posteriores (balances térmicos). Las Figuras 1 y 2 muestran la carga en ambiente CAD y las salidas de balance.

En la década pasada, en AUDIBAIRES, básicamente se realizaban mediciones con termohigrógrafos "SIAP" y termómetros de máxima y mínima, cuya información se utilizaba para conocer el confort higrotérmico en el que se encontraban los diferentes locales de las viviendas auditadas. En base a las temperaturas medias se estimaba la demanda de energía de calefacción. Esta demanda estimada se contrastaba con las lecturas de los medidores de electricidad y gas discriminado por usos. Como instrumental de cálculo se desarrolló y utilizó un programa de balance térmico estacionario basado en el modelo IRAM 11.604/80.

Para el proyecto actual se adquirió nuevo instrumental que se sumó al existente. El equipo utilizado está compuesto por: veintidos microadquisidores de 2 y 4 canales; una estación meteorológica; dos adquirentes de datos portátiles; un termómetro infrarrojo portátil; cinco termohigrógrafos; mecánicos diez termómetros de máxima y mínima; un higrómetro de precisión; dos luxímetros digitales y dos decibelímetros. Para el balance estacionario se ha actualizado el EnergoCAD adecuándolo al análisis de las auditorías "AuditCAD" (Ver Figura 1), asociando para el análisis de ciertos casos en estado transitorio el Codyba (Codyba, versión 5).

Entre los avances destacables logrados con la incorporación del nuevo equipamiento, podemos mencionar la posibilidad de discriminar con mayor precisión los consumos según usos. En el caso de -GN- se realizan registros indirectos, detectando el ciclo temporal y la variación de temperatura, adosando los microadquisidores de datos a las campanas de cocinas y chimeneas del equipamiento de agua caliente, relacionándolos así con la potencia de los equipos. En el caso de -EE- se están desarrollando un adaptador resistivo (enchufe-enchufe) al que se le incorpora el adquirente de datos, con el cual se registrarían los ciclos térmicos y en consecuencia los ciclos de arranque y parada del equipamiento electromecánico relevante. Las Figuras 3 y 4 muestran salidas detalladas de un ciclo de mediciones y un día en particular, donde se registra en forma indirecta (a través de los cambios térmicos) el tiempo de encendido y parada del equipamiento térmico.

A la fecha se han realizado 36 auditorías detalladas de casos- tipo correspondientes a dos campañas de invierno y una de verano.

## SINTESIS DEL DIAGNOSTICO MACRO DE CONSUMOS ENERGÉTICOS RESIDENCIALES, COMERCIALES Y DE SERVICIOS EN LA REGIÓN

El diagnóstico macro del consumo sectorial puede sintetizarse en los siguientes puntos:

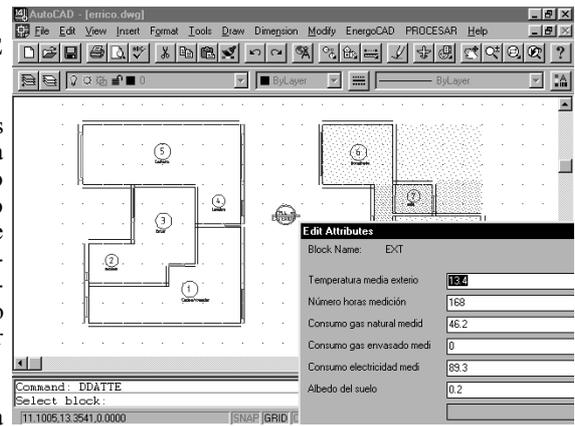


Fig. 1. Carga gráfica de la vivienda.

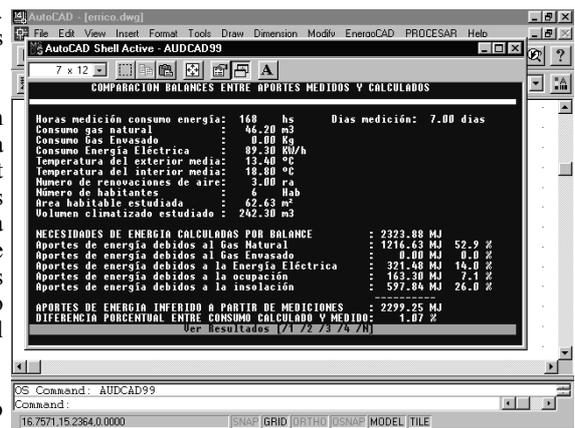


Fig. 2. Salida balance térmico. EnergoCAD.

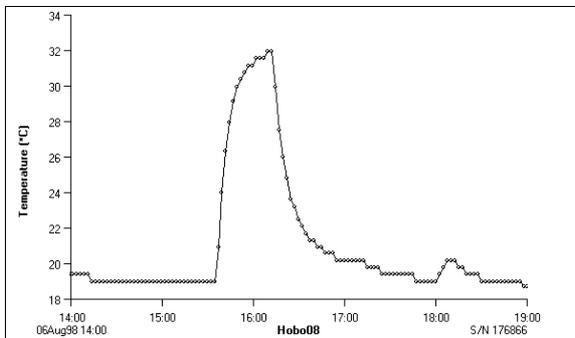


Fig. 1. Salida microadquisidor "HOBO H8 2": registro de uso de hornalla de cocina.

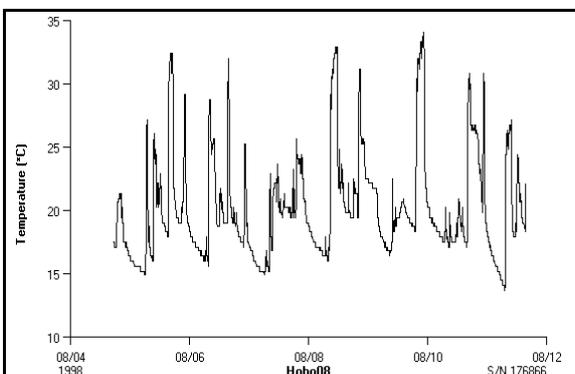


Fig. 2. Salida de micro-adquisidor de datos "Hobo H8 2" para medir el uso de energía en cocción.

1. Los consumos energéticos del sector crecieron en forma sostenida en los últimos 35 años, siendo menos afectados por los vaivenes económicos que el consumo final total en el país. Los periodos de deterioro de los indicadores económicos (1975-90) sólo atemperaron el crecimiento de los consumos sectoriales. En los periodos de expansión económica (1970-75 y 1990-95) pareciera que las tendencias de los consumos está más vinculada a la evolución del salario real que a la del PBI per cápita. Estos resultados muestran la influencia de la creciente tercerización de la economía, a partir de 1975; de cierta inelasticidad hacia la baja de los consumos sectoriales; y la influencia de la expansión de la oferta de ciertas fuentes sobre los patrones de consumo energético sectoriales.

2. En la influencia de la oferta sobre los consumos energéticos, dos fuentes han jugado un rol preferencial: La electricidad y el gas natural distribuido por redes. Estas fuentes concentran en la actualidad más del 80% de los consumos del sector, con clara preeminencia del gas, 60%, y con una tendencia fuertemente expansiva durante los últimos 35 años. Esta expansión es a expensas de la sustitución de los derivados del petróleo, ya que en las estadísticas nacionales los combustibles de la biomasa carecen de significación, si bien es posible que los consumos reales sean superiores a los registrados.

3. Teniendo en cuenta la diferente calidad de prestación entre el Gas Natural (GN), el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y el Kerosene (K), así como su relación de precios en la Argentina, está claro que el kerosene constituye un bien "inferior" en el sentido económico, por lo cual es reemplazado por el GLP a pesar de su precio más elevado y ambos son sustituidos rápidamente por el GN siempre que esté disponible.

Históricamente la diferencia de precios entre el GN y los otros combustibles fue suficiente para amortizar rápidamente las inversiones adicionales necesarias para su uso (redes e instalaciones domiciliarias). Sin embargo fue y será necesario disponer de cierto grado de financiamiento ágil y económico, para facilitar y mantener en el futuro esta sustitución.

4. Actualmente el GN cubre no sólo las necesidades básicas de cocción sino también calentamiento de agua y calefacción. Al margen de su penetración en los distintos usos calóricos, la alta participación del GN en los consumos totales también está reflejando el mayor consumo inducido por su disponibilidad. Encuestas realizadas en el país para distintos estudios han mostrado la mayor intensidad de consumo con fines calóricos en las familias que disponen GN, dentro de un mismo nivel socioeconómico y bajo las mismas condiciones climáticas. De esta forma se ha constatado en consumo "inducido" por el GN gracias a su facilidad de uso y un menor precio de la caloría.

Una mayor penetración del GN en los hogares y las actividades comerciales requeriría la expansión de las redes de distribución de las áreas servidas en las que se cubre alrededor del 70% de la población.

5. En el caso de la electricidad (EE), hasta el momento no ha existido una real competencia con el GN en el sector residencial. En las áreas donde ambas fuentes están disponibles, se ha establecido cierta especialización: el GN en los usos calóricos y la EE en iluminación, acondicionamiento (frío) y artefactos electrodomésticos. Sin embargo, es posible que en el futuro se produzca una mayor competencia entre las empresas distribuidoras por la captación del mercado de la refrigeración ambiental en ciertos estratos del sector servicios.

En lo que se refiere a la familia, en los últimos años se produjo el "blanqueo", de la situación de un gran número de usuarios eléctricos irregulares lo cual permitió cuantificar la real demanda sectorial. La medición y facturación de estos consumos produjo reacciones contrapuestas entre los nuevos clientes. Por un lado los de medianos ingresos se sintieron motivados a incrementar su consumo con la incorporación de nuevos electrodomésticos y, por el otro lado, los usuarios de bajos ingresos al tener que afrontar el pago de las facturas redujeron los consumos a lo estrictamente básico y necesario.

Este esfuerzo por acercar los registros de facturación a los consumos reales de EE, permitió reducir las elevadas pérdidas de distribución que estaban más influenciadas por los consumos ilegales que por el mal estado de las redes de distribución.

## REFERENCIAS

- Codyba, versión 5. Programa de simulación térmica de edificios, en régimen dinámico. INSA de Lyon. Institut National des Sciences Appliquées, Laboratoire Equipement de L' habitat.
- Pirez, P. et al (1997): *Formulación teórico-metodológica para el análisis de sistemas de redes de servicios e infraestructura urbano-regionales*, PIP CONICET 4733.
- Rosenfeld, E. et al (1986): Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas en viviendas del Área Metropolitana, *Actas* de la 110 Reunión de ASADES, San Luis, pp. 9-12.
- Rosenfeld, E. et al (1988): El consumo de energía del área metropolitana argentina. Potencial de URE, *Actas* de la 130 Reunión de ASADES, Salta, pp. 281-288.
- Rosenfeld, E. et al (1989): Potencial de conservación de energía en el parque de viviendas en la región del área metropolitana de Buenos Aires, *Actas* del VI Latinoamericano y III Iberoamericano de Energía Solar, Cartagena, Colombia, pp. E87-92.
- Rosenfeld, E. et al (1997): *UREAM. Políticas de uso racional de la energía en el área metropolitana y sus efectos en la dimensión ambiental*, PIP, CONICET 4717.
- Rosenfeld, E. et al (1998): El sistema de redes de servicios e infraestructura Urbano-Regional y su relación con la eficiencia y calidad ambiental, *Revista Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente* Vol. 2 n1 2, pp. 06-57/60.
- Rosenfeld, E. et al (1999) Metodología de recolección y procesamiento de datos socio-energético-ambientales aplicado al estudio de redes edilicias y de infraestructura urbana. Aceptado en ANTAC'99, V Encuentro Nacional de Conforto no Ambiente Construido, Fortaleza, Brasil.