

## POIENCIAL DE CONSERVACION DE ENERGIA EN EL PARQUE DE VIVIENDAS DE LA REGION DEL AREA METROPOLITANA DE BUENOS AIRES \*

Elias Rosenfeld (+), Olga Ravella (#), Aldo Fabris (+), Carlos Discoll (^), Jorge Czajkowski (^) y Gustavo San Juan (=).  
IDENAB, Instituto de Estudios del Habitat. U.I. No.2, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.  
Calle 47 No. 162. C.C. No. 478. (1900) La Plata, Argentina.

**RESUMEN:** Audibaires is an energy audit and conservation program for the dwelling sector of the Metropolitan area of Buenos Aires city. The project includes the energy diagnosis of houses and the socio-economics of the consumers. The main problem is to solve the high typological dispersion of buildings in the area and conform a minimal size poll. The buildings and thermal characteristics are presented and compared with national and international standards. The field of energy savings was estimated.

**RESUMEN:** El proyecto AUDIBAIRES busca profundizar el conocimiento de las condiciones cuantitativas, cualitativas y de comportamiento en el uso de la energía en el sector residencial urbano del área, así como el dimensionamiento del yacimiento de ahorro de energía. El proyecto se desagrega en dos partes que interactúan entre sí: a) un estudio de las características energético-edilicias de la vivienda urbana; b) un plan de auditorías que incluye los aspectos socio-económicos de la energía.

La evaluación energética (consumo y potencial de ahorro) del parque edilicio de los sectores residencial y terciario enfrenta un problema común de no fácil resolución. El de conformar una muestra representativa del menor tamaño posible a efectos de reducir en costo y tiempo el trabajo de auditoría. Para ello se recurrió al análisis tipológico, tal como se ha realizado en otros países.

El trabajo debió resolver problemas inherentes a las características de nuestra producción edilicia y su fuerte dispersión de tipos y modelos.

Se analizan las características edilicias, constructivas y térmicas.

Finalmente se estima el potencial del yacimiento de ahorro de energía de estos sectores.

1. **INTRODUCCION:** El Proyecto posibilitó conocer el uso de la energía en el sector residencial del AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires), abarca la región metropolitana más importante de la República Argentina.

Están incluidas en ella la ciudad de Buenos Aires; el Gran Buenos Aires que incluye 19 municipios adyacentes a la misma; la ciudad de La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires, primer estado argentino; el Gran La Plata que incluye los municipios adyacentes y finalmente algunos municipios adyacentes a los anteriores.

El conjunto involucra 10,5 millones de habitantes, 2,85 millones de viviendas (INDEC 1980) y aproximadamente el 40% del consumo de energía del país.

---

\* Financiado por la Secretaría de Energía, Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía.

(+) Investigador del CONICET, (#) Investigador de la UNLP, (^) Becario del CONICET, (=) Becario de la UNLP.

La evaluación energética del consumo desagregado según usos y la estimación del yacimiento potencial de ahorro de los sectores residencial y terciario debe enfrentar el problema de encontrar técnicas que permitan obtener una buena representatividad con el menor costo posible. Esto significa conformar una muestra representativa del menor tamaño posible a efectos de reducir en costo y tiempo el trabajo de auditorías energéticas globales y detalladas, teniendo en cuenta la gran dispersión de tipos y modelos edilicios que caracteriza a estos sectores en nuestro país, especialmente en sus áreas más densamente pobladas.

Para ello en diversos países, Italia, Francia, EE.UU., Chile, entre otros, se ha recurrido al análisis tipológico. En nuestro país se ha realizado otro tanto en el AMBA, en Rosario y en Mendoza.

Ello es importante no sólo en las etapas de análisis y evaluación sino en las de implementación de políticas y difusión, en cuanto posibilita concentrar los esfuerzos minimizando los costos.

Las técnicas de clasificación tipológica permiten, justamente la organización y simplificación de conjuntos complejos de datos relativos a una población, permitiendo concentrar la presentación en la de sus principales tipos.

El proceso de tratamiento utilizado fue primero por concentración y luego por concentración parcial (1). Se está trabajando para mejorar estas técnicas, estudiando las variables como paso al cálculo de las distancias entre los tipos (2).

Se presenta una síntesis de los datos procesados de una muestra original de 2.000 viviendas. Se realizaron 360 auditorías energéticas globales y 91 detalladas; clasificadas según tipos semejantes en cuanto a estructuración - partido arquitectónico y diferente tecnología constructiva (3). Se trata de tipos de muy abundante presencia en la muestra.

2. ESTUDIO ENERGETICO-EDILICIO: Con el fin de lograr ampliar la representatividad de la encuesta se recurrió al análisis tipológico de los ejemplares arquitectónicos más difundidos en el tejido urbano. Se excluyó a los tipos que primariamente no aparecían pasibles de reciclaje energético. En las condiciones antes mencionadas se detectaron 17 tipologías básicas cuyas diferentes características fueron resumidas en fichas normalizadas (4). Se incluyen los tipos y variantes. Abarcan desde viviendas individuales hasta colectivas de alta densidad provenientes de la iniciativa privada y de los planes oficiales.

3. AUDITORIAS ENERGETICAS: El proceso de auditoría abarcó las siguientes etapas:

a. Relevamiento de características constructivas y equipamiento energético: Se realizó sobre documentación proporcionada por oficinas municipales, propietarios, relevamientos y constatación in situ.

b. Modelo de Evaluación: El modelo está compuesto por: un banco de datos de características constructivas y térmicas de distintos tipos de envolvente, un programa de balance térmico en régimen estacionario y archivos de los consumos registrados desagregados, de características socio-energéticas de los usuarios y de sus viviendas y de las mediciones realizadas en ellas. El balance se validó globalmente comparando los consumos calculados y los medidos.

4. METODOLOGIA DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS YACIMIENTOS: Para determinar los potenciales yacimientos de ahorro, en base a los resultados obtenidos en Auditorías, se utilizó el siguiente procedimiento:

i. Se obtuvo de las empresas prestatarias de los servicios - Gas del Estado y Segba - (5, 6), la cantidad de usuarios del área y su consumo registrado.

CUADRO 1. Consumo en los hogares (1985) según las prestatarias.	CONSUMIDORES	CONSUMO RESIDENCIAL REGISTRADO
GAS NATURAL (5)	2.261.008	2.037.630 (TEP/año)
ELECTRICIDAD (6)	3.076.735	398.620 (TEP/año)

ii. Del universo de 360 viviendas analizadas se estudiaron las de mayor peso estadístico según (2), correspondiendo ocho tipos a viviendas individuales y siete a departamentos.

iii. En base al consumo registrado (Cuadro 1), a la representatividad tipológica porcentual y a la desagregación entre viviendas individuales (57,2%) y departamentos (42,8%) en el área, proveniente de (7) se elaboraron las matrices de consumos por tipología de gas y electricidad. Se obtuvieron valores que varían entre 0,70 TEP y 1,35 TEP/año para GN y entre 0,10 y 0,18 TEP/año para EE en el caso de las viviendas individuales y de 0,58 TEP/año y 0,78 TEP/año de GN y 0,07 y 0,12 TEP/año de EE en departamentos.

iv. A partir de estas conclusiones del análisis energético de las distintas tipologías estudiadas se infieren los consumos globales del parque edilicio residencial como integración de sectores tipológicos y por formas de energía.

Los valores de consumo obtenidos en GN para 1,29 millones de usuarios de viviendas individuales están en los 1.414 KTEP/año y para departamentos con 0,97 millones de usuarios y 674 KTEP/año de consumo.

Respecto de la EE corresponden a viviendas indiv. 1,76 millones de usuarios y 229 KTEP/año de consumo, mientras que para los departamentos con 1,32 millones de usuarios se consumieron 105 KTEP/año.

Para GN se determinó un consumo medio de 1,1 TEP/año y 0,66 TEP/año para vivienda individual y departamento respectivamente, mientras que en la muestra esos valores promedio eran de 1,22 TEP/año y 0,70 TEP/año respectivamente. Los valores medios entre viviendas y departamentos son para consumos inferidos 0,88 TEP/año, para la muestra 0,96 TEP/año y para el consumo registrado 0,94 TEP/año. Las diferencias que varían entre 2% y 8% son totalmente aceptables. Las diferencias de valores medios en electricidad son aún menores: 0,11 TEP/año, 0,12 TEP/año y 0,15 TEP/año para los valores registrados. En consecuencia se adoptan para el tratamiento posterior los valores de la muestra.

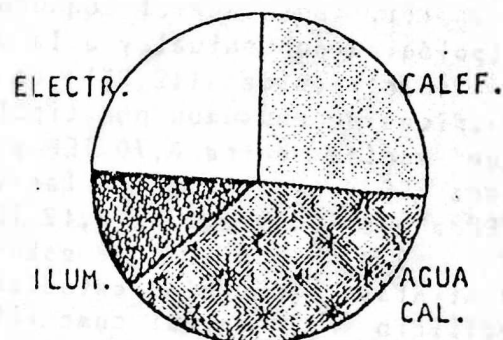
v. Tomando como base los valores medios muestrales para GN 1,22 TEP/año/viv. en viviendas individuales y 0,70 TEP/año/viv. en departamentos y para EE 0,14 TEP/año/viv y 0,10 TEP/año/viv respectivamente, se relaciona el consumo inferido y el registrado, verificándose una diferencia de aproximadamente el -8,4% entre ambos valores para gas y el 5,3% para electricidad.

5. YACIMIENTO POTENCIAL DE AHORRO: En base a los datos obtenidos anteriormente se calcularon los consumos de energía primaria discriminados en gas y electricidad.

CUADRO 2. Consumos en EE primaria.	CONSUMO REAL EN TEP ANUALES Registro p/compañía	%	INFERIDO DEL ESTUDIO EN TEP ANUALES	%
TOTAL	3.715.849	100	3.520.132	100
GAS	2.122.893	56	2.225.220	59
ELECTRICIDAD	1.592.956	44	1.264.912	41

En el Cuadro 3 y Figura 1 se sintetizan los consumos discriminados según usos en base a los datos obtenidos de (3).

CUADRO 3. Consumos s/usos en E.P.		
TOTAL (TEP/año)	3.737.496	100%
CALEFACCION	1.009.124	27%
AGUA CAL./COCCION	1.382.873	37%
ILUMINACION	448.499	12%
ARTEF. ELECTRODOM	896.999	24%



**5.1. Yacimiento potencial de ahorro en gas natural:** El yacimiento potencial de ahorro en gas ha sido dimensionado teniendo en cuenta que el 58% del consumo corresponde a cocción y agua caliente y 42% a calefacción. Se supuso que el ahorro posible provendría de la implementación de medidas de conservación para calefacción. No se incluyó el posible ahorro proveniente de la penetración del agua caliente solar por requerir un estudio más profundizado aún no disponible.

Las medidas consideradas fueron las siguientes:

Para viviendas individuales: a. Incremento de aislación térmica en cielorraso-cubierta, adicionando el equivalente a 1" de poliestireno expandido ( $R=0,61 \text{ m}^2\text{°C/W}$ ) y 2" ( $R=1,22 \text{ m}^2\text{°C/W}$ ); b. Reducción de infiltraciones mediante burleteo, considerando una disminución de renovaciones de 1,5 a 1; c. Colocación de doble vidrio y cortinas pesadas y d. Incremento de aislación en muros, adicionando  $R=0,61 \text{ m}^2\text{°C/W}$ .

Para departamentos se estudió: a. Reducción de infiltraciones mediante burleteo; b. Doble vidrio y cortinas pesadas y c. incremento de aislación térmica en muros  $R=0,61 \text{ m}^2\text{°C/W}$ .

En el Cuadro 4 se muestra para las distintas tipologías auditadas, los valores de consumos totales y desagregados según usos por vivienda.

El yacimiento potencial de ahorro que surge del estudio es:

Yacimiento de ahorro de GN en viviendas 424.201 TEP/año y en departamentos 125.802 TEP/año, con un total de 550.003 TEP/año.

Esto representa una disminución porcentual sobre el consumo inferido total de energía (3.737.496 TEP/año) de 14,7%, correspondiendo al consumo de gas (2.225.220 TEP/año) el 24,7% y por calefacción (934.592 TEP/año) 58,8%.

Debe aclararse que estos datos no tienen en cuenta las variaciones de comportamiento de los usuarios sensibles a la relación ingresos-tarifas las que requieren un estudio particularizado.

CUADRO 4. Efecto de las hipótesis de ahorro.

No.	TIPOLOGIA DENOMINACION	CONSUMO ANUAL MEDIO		MEDIDAS DE AHORRO Y/O CONSERVACION DE ENERGIA							
		COCCION TOTAL TEP/año (582)	CALEFAC TEP/año (421)	CIELORRASO 1°	2°	INFILTRAC BURLETES	VENTANAS CORTINAS PESADAS	DOBLE VIDRIO	1° AISLACION		
1	CHORIZO	1,05	0,61	0,44	9,700	12,000	4,300	5,500	5,500	19,500	0,086
2	CAJON	1,05	0,61	0,44	23,200	26,800	2,500	7,400	7,400	15,400	0,068
3	DUPLEJ MIXTO	1,35	0,78	0,57	11,600	14,500	4,300	14,500	14,500	17,900	0,102
5	CHALET CALIFORNIANO	1,51	0,88	0,63	23,000	25,000	4,600	13,800	13,800	20,000	0,126
11	RENTA ALTURA	0,77	0,45	0,32			3,500	11,800	12,900	8,200	0,026
12	PROPIEDAD HORIZONTAL	0,58	0,34	0,24			4,300	10,100	10,100	18,800	0,045
14	TORRE P.H.	0,67	0,39	0,29			4,300	11,600	11,600	18,800	0,053
15	BLOQUE BAJO	0,80	0,46	0,34			4,300	8,200	8,200	23,000	0,078
8	DUPLEJ ESTATAL	0,70	0,40	0,30			4,000	13,600	13,600	12,000	0,036

5.2. Yacimiento potencial de ahorro de energía eléctrica: En este yacimiento sólo se consideró medidas de ahorro basadas en tecnología existente en el mercado y de costos razonables. Se tuvo en cuenta en consecuencia los aspectos de iluminación, a través del uso de artefactos de bajo consumo. Este ahorro se ha estimado en un 27% (8).

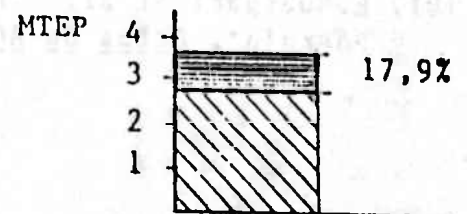
El yacimiento total de ahorro de EE en viviendas es de 121.095 TEP/año, siendo el 8% del total del consumo de EE (1.512.276 TEP/año); correspondiendo a iluminación el 27% del yacimiento (448.499 TEP/año).

5.3. Yacimiento potencial de ahorro global: En la Figura 2 se sintetiza el potencial de ahorro global considerando en conjunto los de conservación de energía en calefacción y en iluminación.

Consumo total de energía	3.737.496	TEP
Ahorro potencial en calefacción	550.003	TEP
Ahorro potencial en iluminación	121.095	TEP
<b>TOTAL</b>	<b>671.098</b>	<b>TEP</b>

Representa el 17,9% del consumo actual.

Fig.1 Distribución sobre Total Energía Primaria.



6. **CONCLUSIONES:** El buen ajuste obtenido entre los consumos inferidos y los reales registrados por las empresas que suministran la energía, pareciera indicar que la metodología es correcta para el estudio del consumo desagregado de energía. Esto deberá verificarse en estudios posteriores.

El potencial de ahorro más significativo detectado es en gas natural destinado a calefacción con un 50.8%, lo que representa el 24,7% en el consumo total de gas y el 14,7% del total de energía primaria.

Con respecto a energía eléctrica el potencial es más reducido, ya que las medidas de ahorro son más limitadas, abarcando solamente el consumo en iluminación, con un 27% de ahorro, representan el 8 % del total de energía eléctrica y el 3,3% de la energía primaria.

Los aspectos ligados al comportamiento de los consumidores son muy sensibles a la relación ingresos-tarifas según se explicita en (1,5), especialmente en lo referente al acondicionamiento higrotérmico. Se verifican amplios sectores en infraconsumo y franjas en derroche. Los primeros consumen el 34% de la energía necesaria para mantener la vivienda en zona de confort higrotérmico, siendo el área calefaccionada de  $\approx 30 \text{ m}^2$ , o sea la mitad de la superficie habitable media de la muestra. Esto es atribuible al costo de la energía en relación al nivel de ingresos del grupo familiar y a la calidad térmica de la envolvente. Este hecho implica que la implementación de políticas de mejoramiento edilicio se traduzcan, en una primera etapa, en una elevación de las condiciones de confort, tal como se verifica en la bibliografía internacional.

De hecho es ya conocido e informado por la bibliografía que en otros países las políticas de mejoramiento de la envolvente se tradujeron primero en elevación de las condiciones de confort y a partir de ello en ahorros de energía.

## 7. **REFERENCIAS:**

- (1). M.Hugues et al. "Segmentación y tipología", Saltés, Madrid 1988.
- (2). J.Czajkowski "Tipologías de viviendas para el análisis energético-urbano en el Area Metropolitana". 1er. Informe CONICET 1988.
- (3). E.Rosenfeld et al. "Evaluaciones energéticas de viviendas urbanas en el Area Metropolitana: "Audibaires". Resultados y conclusiones". 12a. Reunión de ASADES. Buenos Aires 1987.
- (4). E.Rosenfeld et al. IAS-FIPE. "Audibaires". Plan Piloto de Evaluación Energética en Viviendas de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe Final. 2do. Tomo. La Plata 1987. Puede consultarse en la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía, Secretaría de Energía, Buenos Aires.
- (5). Gas del Estado, MOSP. Boletín Estadístico Anual 1985. Buenos Aires.
- (6). SEGBA, Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires. Informe Estadístico 1985. Buenos Aires. Setiembre 1986.
- (7). INDEC. Censo Nacional de Población y Vivienda 1980. Capital Federal; Gran Buenos Aires; Pcia. de Bs. As.
- (8). E.Guaspari et al. "Fuentes de luz diseñadas para la racionalización de la energía". Actas de ANPURE, Buenos Aires, 1986.