

EL USUARIO Y SU VINCULACIÓN CON EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS RESIDENCIALES

Casado, J.C.*, Assaf, L.O.**

*Facultad de Arquitectura y Urbanismo- **Facultad de C. Exactas y Tecnología- Universidad Nacional de Tucumán
General Paz 716 - (4000) San Miguel de Tucumán - Tel. 0381-4248489 – E-mail: lassaf@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

Se presenta un estudio exploratorio que complementa la evaluación energética tradicional de edificios que consiste en la inclusión de variables relacionadas con el usuario. El objetivo fue observar en qué forma sus actitudes o atributos podrían vincularse a la energía que consume en el edificio. El diseño utilizado consistió en relevar seis viviendas en San Miguel de Tucumán y correlacionar los consumos de energía eléctrica con los aspectos: “actitud hacia la vivienda”, “comportamiento con la vivienda”, “nivel económico” y la condición de usuario o usuario aportante que presentaron (considerando usuario aportante al que económicamente abona la factura de consumo de energía). Se concluye respecto a los coeficientes de correlación que se obtiene entre las variables y se comenta respecto a los valores que asumen los coeficientes de energía específica por usuario y por usuario aportante.

INTRODUCCIÓN

La auditoría energética de un edificio tiene entre sus objetivos el lograr la eficiencia energética. Para ello es necesario controlar cada una de las variables que determinan el consumo de los recursos del sistema para detectar las potenciales fuentes de ahorro energético y proponer las acciones y medios más convenientes para concretar la máxima remisión posible de energía. Dentro de esta problemática el edificio y los usuarios integran un sistema global de consumo energético que hasta ahora no ha sido debidamente reconocido como tal. El tratamiento corriente está limitado únicamente al estudio de las instalaciones. El usuario y su comportamiento como parte del sistema global, y posible actor de la eficiencia, constituye un factor muy poco estudiado. La necesidad de contar con estimadores más desarrollados del uso de energía promueve la superación de esta simplificación. Un acercamiento al problema general se realizó para las instalaciones eléctricas de alumbrado (Heschong, L.; Mahone, D.; y otros) [1], (Assaf, L.; Avellaneda, M; Dutt, G.) [2], y (Assaf, L.; Cisint, C.) [3], donde el usuario es considerado parte determinante de la eficiencia y la eficacia de la instalación (Van Gigch, J. P.) [4]. En el trabajo de Assaf, L. y Cisint, C. [3] sobre edificios públicos se advierte la condición de usuario no aportante como factor de derroche y uso poco racional de la energía. En nuestro caso particular se utilizó en forma exploratoria una encuesta de 36 ítems para obtener algunos factores que permitan caracterizar a los usuarios de las viviendas (Casado, J.C.; Magariños, O.) [5], y se tomó al usuario como unidad de referencia del consumo, de igual manera que en el sector salud el número de días camas real (camas utilizadas por usuarios) es utilizado para determinar valores específicos del gasto total (Discoli, C.A.) [6]. Por lo demás puede afirmarse que el estudio del usuario y su incidencia en el sistema global (edificio-usuario) no cuenta con mayores antecedentes.

OBJETIVOS

Los objetivos propuestos para este trabajo fueron:

1. Recopilar información sobre el consumo de energía eléctrica en viviendas;
2. Conocer en que medida se presentan ciertos atributos, actitudes y comportamientos en los usuarios de las viviendas;
3. Conocer la manera en que se correlacionan las variables observadas en los usuarios con los consumos de energía y de energía específica (por usuario y usuario aportante) de sus viviendas.

MÉTODOS EMPLEADOS

La forma más idónea de acceder a información requerida para este tipo de estudios es por medio de un relevamiento, tarea realizada en forma exploratoria en seis viviendas de San Miguel de Tucumán.

Dado que no fue objetivo del trabajo hacer inferencias sobre la población, y que el nivel del estudio se define como exploratorio (se considera que la información social existente es insuficiente para un estudio más riguroso), las viviendas y familias que integran el grupo estudiado se seleccionaron de aquellas que luego de conocer accidentalmente los objetivos generales del trabajo, aceptaron participar y completaron todas las etapas del mismo.

De la encuesta desarrollada por Casado, J.C. y Magariños, O. [5] de un total de ocho factores que integran el “perfil del usuario” en estudio, se seleccionaron cuatro: “condición de usuario (usuario o usuario aportante)”, “actitud hacia la vivienda”, “comportamiento con la vivienda” y “nivel económico”, incluyéndose también como variable dependiente el consumo de energía eléctrica en la vivienda.

Se entiende por “usuario aportante” a aquel que compromete sus recursos económicos al pago del servicio y que a su vez es usuario del mismo. Por “actitud hacia la vivienda” se considera a la predisposición organizada para comportarse con un objeto de referencia [7], que es subjetiva y en este caso se refiere a la vivienda en general e involucra varios aspectos: confort, iluminación, seguridad, tamaño, necesidades, consumos, etc. El “comportamiento con la vivienda” es el factor que indica los cuidados que le prestó el usuario a la vivienda, siendo el conjunto de acciones objetivas realizadas y observadas [8] (en este caso se compone por las unidades de comportamiento respecto al mantenimiento físico y al control de los usuarios). Por “nivel económico” se considera al atributo o capacidad del grupo de usuarios que le permite obtener ciertos ingresos y desempeñar determinadas actividades que lo caracterizan.

El “perfil del usuario” es determinado a través de los resultados del análisis estadístico de las encuestas y se presenta con una escala de siete puntos: 1: muy malo; 2: malo; 3: menos malo; 4: regular; 5: menos bueno; 6: bueno; 7: muy bueno, variando la condición medida según el factor (bueno, apropiado, satisfactorio, etc.), pero manteniendo la escala para todos los factores (1a7).

El consumo mensual de energía eléctrica (en Kwh) se tomó de cada factura abonada que el usuario conservó archivada. No se utilizaron los consumos históricos indicados en las facturas respectivas.

Para obtener el consumo mensual se calculó el consumo medio bimestral y se lo adjudicó al par de meses consecutivos previos a la “fecha de lectura actual” que figura en la factura respectiva. De esa manera se obtiene:

$$\text{Consumo mensual (Kwh)} = 0,5 \cdot \text{Consumo bimestral (Kwh)}$$

Para obtener el consumo promedio mensual (en Kwh) se promediaron los consumos mensuales calculados en el período de estudio elegido (12 meses: de enero a diciembre de 1997). Con lo que se tiene:

$$\text{Consumo promedio mensual (Kwh)} = \frac{1}{12} \cdot \sum_{1}^{12} \text{consumo mensual (Kwh)}$$

Se calculó la energía específica por aportante y por usuarios de manera tal que:

La energía específica por usuario aportante es: $C_{pa} = \text{Consumo mensual de energía (Kwh)} / n^{\circ} \text{ usuario aportantes}$

Y, la energía específica por usuario es: $C_p = \text{Consumo mensual de energía (KWH)} / n^{\circ} \text{ de usuarios}$

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1: VALORES OBTENIDOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS Y DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS VIVIENDAS								
Designación de la vivienda	Consumo Promedio Mensual (Kwh)	N° Personas según su condición		Consumos específicos		Nivel Económico	Actitud hacia la vivienda	Comportamiento con la vivienda
		Usan	Aportan	Cpa	Cp			
1	130.75 ± 18.95	3	1	130.75	43.58	4 (regular)	3 (menos malo)	4 (regular)
2	183.30 ± 11.85	4	2	91.65	45.82	4 (regular)	4 (regular)	4 (regular)
3	211.40 ± 27.55	5	2	105.7	42.28	5 (menos bueno)	5 (menos bueno)	2 (malo)
4	144.75 ± 81.15	4	1	144.75	36.18	6 (bueno)	5 (menos bueno)	4 (regular)
5	187.30 ± 22.60	5	2	93.65	37.46	4 (regular)	4 (regular)	5 (menos bueno)
6	399.65 ± 44.90	5	2	199.82	79.93	6 (bueno)	6 (bueno)	2 (malo)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De la tabla 1 se desprende que la proporción de la dispersión del consumo promedio mensual en el período de estudio oscila en general entre el 6% y el 14% para el 83% de los casos estudiados. En el 16% restante (solo un caso), se presenta una variación del consumo mayor al 50%. Es posible que los desvíos se deban a problemas asociados con la facturación (con el medidor, con el operador que realiza la lectura en la zona, etc.), o con otros factores propios del comportamiento de los usuarios.

En general el número de aportantes no supera las dos personas, mientras que el número de usuarios oscila entre tres y cinco.

Los valores obtenidos para la energía específica por usuario (Cp), con excepción de la vivienda n°6, no difieren significativamente entre viviendas y presenta un promedio de 41 Kwh/pers. No ocurre lo mismo con la energía específica por aportante (Cpa) que presenta mayor variación entre las viviendas estudiadas.

El valor promedio de Cp, muestra una dispersión de 4,1 Kwh/pers., que representa el 10% de su valor.

De las viviendas que tienen igual número de usuarios (5) y el mismo número de aportantes (2) cuanto mayor es el nivel económico también es mayor el consumo de energía eléctrica por aportante y por usuario.

Cuanto mayor es el número de aportantes en las viviendas, mayor es el nivel de consumo de energía eléctrica que producen. Pero cuando mayor es el número de usuarios no siempre se incrementa el consumo de energía eléctrica.

Las correlaciones que se encuentran entre las variables son las siguientes:

Tabla 2: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES OBSERVADAS			
	Nivel Económico	Actitud hacia la Vivienda	Comportamiento con la Vivienda
Cpa	0.7674	0.6324	-0.486
Cp	0.445	0.607	-0.617
Nivel Económico		0.873	-0.621
Actitud hacia la Vivienda			-0.781

Estos resultados muestran algunas asociaciones interesantes que confirman el análisis anterior, tales como:

- 1) Conforme aumenta el nivel económico también crece la cantidad de energía por aportante (Cpa) con una asociación mayor que la que presenta el incremento de la energía por usuario (Cp).
- 2) Conforme aumenta el nivel económico se incrementa la “actitud hacia la vivienda” (vínculo afectivo o de agrado con la vivienda), y también la cantidad de energía que consume por usuario y por aportante.
- 3) Conforme el “comportamiento con la vivienda” mejora, disminuyen todas las otras variables, es decir: decrecen la “actitud hacia la vivienda”, el “nivel económico”, el número de usuarios, y el número de aportantes.

Es posible mantener el análisis realizado tomando como significativas aquellas correlaciones que expliquen más del 60% de los valores obtenidos.

CONCLUSIONES

El número reducido de viviendas relevadas solo permite un análisis válido relativo al grupo de estudio. Como se indicó oportunamente, no fue objetivo del trabajo hacer inferencias con los resultados que se obtuvieran.

La receptividad de los usuarios para brindar información fue buena, aunque resultó conveniente proponer en contrapartida algunas alternativas de solución a problemas puntuales que presentaban las viviendas. Se facilita el acceso a información cuando se realiza una visita crítica a la vivienda en presencia del usuario, aunque debería estudiarse si esto puede presentar algún sesgo a los datos que éste suministra.

El valor obtenido como consumo promedio de energía eléctrica específica por usuario (41 Kwh/pers \pm 10%) permite estimar el consumo de energía de manera independiente al tipo de vivienda, aunque puede aumentar según el nivel económico de los usuarios.

El consumo específico de energía por aportante (Cpa) muestra otro aspecto de la distribución de la energía en la vivienda ya que permite observar el impacto y el nivel de compromiso económico que exige el sistema a cada aportante, y a la vez estimar cual será la importancia que tendrá el ahorro de energía frente a otros aspectos económicos.

El “comportamiento con la vivienda” y su relación inversa con las otras variables, pone de manifiesto que los cuidados que el usuario le prestó a su vivienda no fueron efectivos energéticamente. Es decir que los cambios físicos (equipos, artefactos, pinturas, ventanas, etc., y el mantenimiento general del edificio, etc.) junto con el seguimiento que realizó a los usuarios no tuvieron el efecto esperado. En todos los casos las observaciones dan cuenta que el usuario aportante no consideró necesario solicitar el asesoramiento profesional del caso.

Es interesante en particular la relación inversa encontrada entre la “actitud hacia la vivienda” y el “comportamiento con la vivienda”, indicando que el usuario cuanto mejor percibe su vivienda menos cuidado le presta (a su vivienda física y al control de sus usuarios).

De lo analizado se desprende que el “comportamiento con la vivienda” es un factor que caracteriza al usuario y que, como variable, permitiría operar un ahorro energético efectivo en las viviendas. El usuario, a pesar de que lo intenta, no está en condiciones de implementar cambios en su vivienda que sean favorables para el ahorro energético. Esto indicaría la necesidad de un asesoramiento externo o de una guía clara, tipo “manual de procedimientos”, para controlar efectivamente su vivienda.

DISCUSIÓN

Es necesario destacar que las instalaciones de los edificios son diseñadas para un “usuario ideal” que (por normas) posee determinadas características. En este aspecto el presente trabajo intenta valorizar al “promedio de los usuarios” por sobre el “usuario promedio ideal” (que siempre existente en situación de diseño). La eficacia energética del sistema depende del comportamiento del “edificio real” y de los “usuarios reales”. Enriquece el análisis referir las variables a quienes consumen la energía para su confort (usuarios) y no a quién la transmite y distribuye (el edificio y sus instalaciones). Distinguir la condición de usuario aportante y destacar sus características posibilitaría diseñar cambios y tomar de decisiones desde la nueva óptica de la administración energética.

Por otro lado, las variables estudiadas solo muestran una parte del perfil del usuario, siendo conveniente aumentar el número de factores que permitan visualizar más componentes vinculadas al ahorro energético. De ésta manera se pueden seleccionar indicadores que describan y permitan distinguir algunos factores de control del sistema global edificio-usuario.

Si se aumenta el número de relevamientos se podrán encontrar algunos aspectos que limiten y justifiquen la aplicación del análisis del comportamiento del usuario como factor de ahorro energético. Por ejemplo: Dado que es posible conocer la influencia proporcional de las variaciones estacionales sobre el consumo de energía eléctrica medio, y que también es posible controlar que dicha proporción no se encuentra afectada por algún consumo particular dentro del período elegido ¿cuál sería la proporción de la dispersión del consumo promedio mensual de energía sobre la cual se puede ser apropiado el estudio del comportamiento del usuario para producir un ahorro energético significativo?

REFERENCIAS

- [1] Heschong, L.; Mahone, D. y otros. (1998). "California Residential Lighting Baseline". Journal of the Illuminating Engineering Society. Winter. Vol ume. Number 1. Pp 152-162.
- [2] Assaf, L.; Avellaneda, M.; Dutt, G. (1997). "Pro y Contras de las Estrategias para la Iluminación Eficiente". Memorias del 4º Congreso Latinoamericano de Ingeniería en Iluminación. Viñas del Mar. Chile
- [3] Assaf, L.; Cisint, C. (1994). "Uso y Mantenimiento de Instalaciones de Alumbrado de Edificios No Residenciales desde una nueva óptica: La Administración Energética". Electrotécnica. Noviembre Diciembre 1994. Pp 209-213.
- [4] Van Gigch, J. P. (1987) (reimp.1995). Teoría General de Sistemas. México: Trillas. 2ª Edición. Pp.148-149-280
- [5] Casado, J.C.; Magariños, O.; (1999). "Estudio exploratorio sobre el grado de asociación entre el consumo de energía en vivienda y el comportamiento de los usuarios". VII Reunión de la Asociación Argentina de Ciencias del Comportamiento. San Luis. Argentina. (En publicación).
- [6] Discoli, C.A.; (1998). El diagnóstico de la gestión Productiva-Energético-Ambiental de las redes territoriales del sector salud. (Argentina: Instituto de Estudios del Hábitat). Universidad de la Plata. Pp.32
- [7] Kerlinger, F.N; (1988) (reimp.1997). Investigación del Comportamiento. México: McGraw-Hill. 3ªEdic.Español. Pp 514.
- [8] Kerlinger, F.N; (1988). Op.cit. Pp 557.