

EL AHORRO ENERGÉTICO POTENCIAL DEL SECTOR RESIDENCIAL DE TUCUMÁN SEGÚN EL COMPORTAMIENTO SOCIAL DE LOS USUARIOS

J.C. Casado¹, J.M.A. Bianchi², M.S. García³, F.G. Ayub⁴

Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT; Cátedra de Metodología de la Investigación - FACDEF – UNT, y Consejo de Investigaciones – Programa 26/E403 - Proyecto 26/E403-2
Av. Independencia 1800 – C.P. 4000 – Tucumán, e-mail: jccasado@arnet.com.ar

Recibido: 13/08/12; Aceptado: 28/09/12

RESUMEN: De las tres fuentes principales de ahorro energético del sector residencial, dos provienen del diseño y ejecución de la vivienda: su adecuación bioambiental y la disposición de artefactos y sistemas de bajo consumo. La tercera proviene del comportamiento de los usuarios (entre ellos y con la vivienda). En la última década poco se avanzó sobre un modelo que sistematice los aspectos comportamentales éticamente eficaces (no compulsivos y voluntarios) para lograr el ahorro estimado, por lo que el Perfil Social de Consumo Energético Familiar (PSCEF) continúa siendo el método más completo para realizar dicha estimación. Para encontrar el ahorro energético potencial de los usuarios residenciales de Tucumán se aplicó el PSCEF en las ocho ciudades representativas de la provincia. Los resultados muestran un ahorro potencial del 35% en energía eléctrica y un 42% en gas. Se discuten las características de la campaña educativa que resultaría eficaz realizar debido a las diferencias sociales de los destinatarios.

Palabras clave: Energía – Usuario – Comportamiento – Hábitos – Economía – Educación.

INTRODUCCIÓN

El Perfil Social del Consumo Energético Familiar (PSCEF) es un método desarrollado para estimar, entre otros aspectos, el ahorro energético potencial que puede adjudicarse a los usuarios de viviendas debido a las características sociales que presentan: comportamientos, actitudes, atributos del grupo familiar, etc. Desde que fue desarrollado (Casado, 2001) su aplicación fue limitada, principalmente debido a la escasa difusión en el área energética de los conceptos socio y psicotécnicos que contiene. Este déficit no es fácil de superar dado que persisten barreras epistemológicas que no se abordan sistemáticamente. Uno de esos obstáculos consiste en la confusión conceptual de constituir grupos de trabajo multidisciplinario, donde los integrantes limitan su aporte a marcar claramente la perspectiva proveniente de cada disciplina, obteniendo en consecuencia un resultado final sin homogeneidad; más bien se distinguen por su heterogeneidad y por el fraccionamiento que le impone la erudición disciplinar que los trasciende. Parece que la preparación y la vida universitaria no están diseñadas para la interdisciplinariedad. “Aunque continuamente se escucha hablar de ella, la interdisciplina implica resolver un problema antropológico [...] de conexión entre saberes y entre personas que realmente llegan a hablar un lenguaje en común” (Bianchi, 2008)

En esta línea, se observa claramente que varios trabajos que vinculan condiciones energéticas y de diseño con el estudio de los usuarios presentan mucho potencial interdisciplinario (que por ética no se citarían), pero quedan obstruidos porque priorizan su enfoque según la disciplina que triunfa en una contienda de erudición (típico de la multidisciplina) y dejan sin resolver el problema que abordan (Gibbons, 1999); y peor aún, en la mayoría de los casos no plantean un problema a resolver sino un conjunto de objetivos a cumplir, lo que metodológicamente constituye un error investigativo (Casado, 2009).

Sin embargo, investigaciones que tomaron en cuenta el comportamiento de los usuarios en el sistema energético ensayaron algunas variables sociales y psicológicas de una manera más técnica que la que se había dado hasta el 2001, o sugiriendo la importancia de tomar en cuenta estos aspectos (Gallipoliti, 2003; Sulaiman, 2009; Blasco Lucas, 2011; entre otros).

Para mejorar el estudio de los aspectos psico-sociales que permitirían intervenir éticamente en la sociedad y modificar el consumo energético de los usuarios del sector residencial se requieren de diseños investigativos que validen las acciones que se lleven a cabo mediante las campañas educativas correspondientes. Para ello es necesario contar con un indicador que provea sistemáticamente los estados energéticos vinculados a las características de los usuarios. Sin embargo, y a pesar de los varios esfuerzos antes indicados, no se cuenta con un instrumento alternativo al PSCEF que asocie los consumos energéticos con aspectos de los usuarios.

¹ Ing. Civil. Director Proyecto “Consumo sustentable de energía: comportamiento de usuarios y campañas educativas”. CIUNT 26/E 403-2.

² Psicólogo. Codirector del proyecto de investigación CIUNT 26/E 403-2.

³ Prof. de Educación. Integrante del proyecto de investigación. CIUNT 26/E 403-2

⁴ Arquitecto. Integrante del Proyecto de investigación. CIUNT 26/E 403-2

El problema de fondo se plantea en un nivel instrumental, en tanto no se conocen las características psico-sociales actualizadas de la población de Tucumán que permitan determinar el contenido de campañas educativas específicas ni evaluar su impacto. Par abordar parte de este problema se establecieron como objetivos para este trabajo: a) focalizar los componentes principales del PSCEF que orienten la construcción de una campaña educativa eficaz para Tucumán., y b) establecer el nivel de ahorro energético potencial de Tucumán respecto al perfil social de los usuarios.

EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS

Se realizó un estudio asociativo entre las características de las familias y los consumos energéticos que realizan en sus viviendas utilizando el PSCEF.

Las unidades de análisis (UA) fueron las familias usuarias de viviendas particulares, entendiéndose por familia al conjunto de personas que forman sistemáticamente un grupo que conserva algún orden de convivencia, residen en forma permanente en la vivienda y comparten de alguna manera los gastos que la convivencia en la vivienda les ocasiona.

A los efectos de obtener resultados que puedan inferirse a la población de Tucumán, se seleccionaron a las familias ubicadas en las ciudades de mayor población del interior de Tucumán: San Miguel de Tucumán, Banda del Río Salí, Tafí Viejo, Concepción, Yerba Buena, Lules, Monteros, Aguilares y Bella Vista, las que incluyen al 55% de las viviendas urbanas de la provincia con una cantidad que oscila entre las 6.500 y las 22.500 viviendas en cada ciudad, con excepción de San Miguel de Tucumán (130.000 viviendas). Se utilizaron datos provistos por la Dirección de Estadística de la Provincia de Tucumán según los resultados definitivos del censo 2001 ajustados según los datos provisorios del censo 2006 al 2009. En la figura 1 se observa la distribución geográfica de las ciudades indicadas.

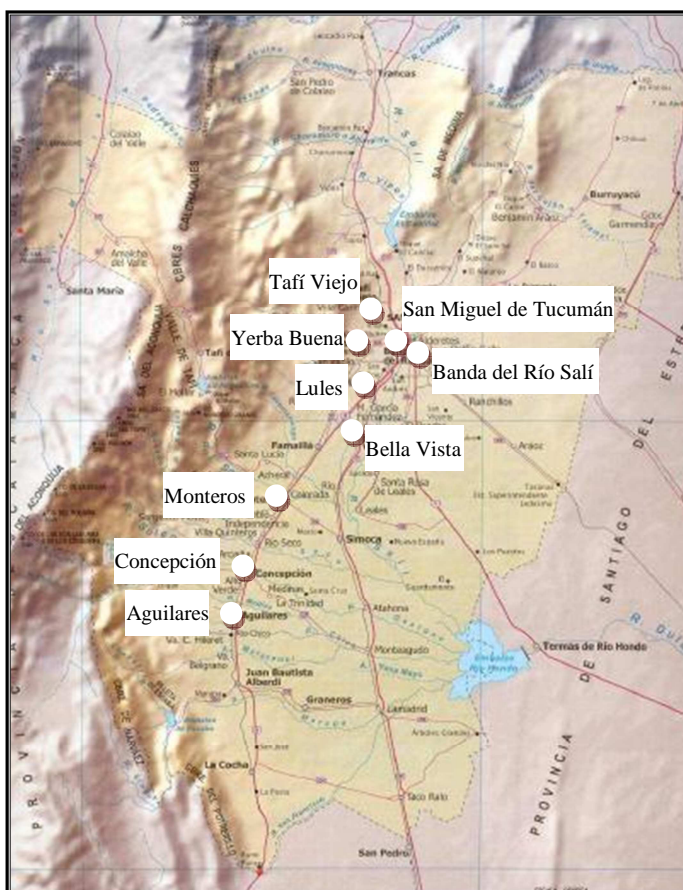


Figura 1- Distribución geográfica de las ciudades estudiadas

Debido a la cantidad y distribución de las familias se tuvo que seleccionar una muestra representativa de cada ciudad, cuyo tamaño se estimó a partir de la experiencia obtenida desde el 2001 en la aplicación del PSCEF (Casado, 2001). Se seleccionó un nivel de incertidumbre en la proporción esperada de consumos incorrectos (facturación inadecuadas, robo de energía, etc.) del 5% ($p=95\%$ y $q=5\%$), con un error esperado por variaciones desconocidas del consumo de $10\% \pm 5\%$. Con esto, y teniendo en cuenta que cualquiera de las ciudades tienen una población estadísticamente “grande”, el tamaño de las muestras por cada ciudad fue de 19 familias, adoptándose 20 familias para cada ciudad. Más allá del número, fueron seleccionadas siguiendo la distribución del Índice de Precariedad Material de Hogares (IMPH) del INDEC para cada ciudad, y su equidistancia a zonas con diferente IMPH, según lo indica el PSCEF (Casado, 2001 y 2001-a) para la representatividad poblacional que muestra.

Para la puesta a punto del PSCEF se realizó un ajuste sobre los indicadores socio-económicos que permitían estratificar las familias. El PSCEF original utilizaba los Índices de Indigencia y de Pobreza, los cuales presentaban una valoración muy relativa sobre las características de las familias y sus capacidades de aprendizaje y evolución psico-social. En su reemplazo se

utilizó el Índice de Precariedad Material de Hogares (IPMH) determinado por el INDEC desde el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del 2001. Esto hace que en forma estricta deba decirse que se utilizó el PSCEF modificado.

El IPMH identifica la persistencia de la incapacidad de las familias de proveerse de los recursos para su desarrollo tanto en la vida familiar como en la vida social. Este indicador identifica inicialmente una incapacidad que denomina permanente o estructural, que observa los procesos de ahorro e inversión prolongados que puede realizar la familia, y otro tipo de incapacidad que denomina incapacidad corriente que se da normalmente a corto plazo, principalmente vinculada a las fluctuaciones de la economía regional o global del país. De este modo se establecen cuatro tipos de incapacidades que en orden creciente serían: A) Sin incapacidad, B) Con incapacidad corriente, C) Con incapacidad permanente, y D) Con incapacidad convergente. Este último tipo resulta característico de las familias donde se superponen incapacidades permanentes y corrientes.

El IPMH es determinado por el INDEC con el detalle suficiente que permite ubicar en cada ciudad las zonas donde es posible encontrar las viviendas de cada nivel. Como ejemplo se muestra en la figura 2 la distribución que tiene en la ciudad de Tañ Viejo el número de hogares con privación material según el IPMH convergente.

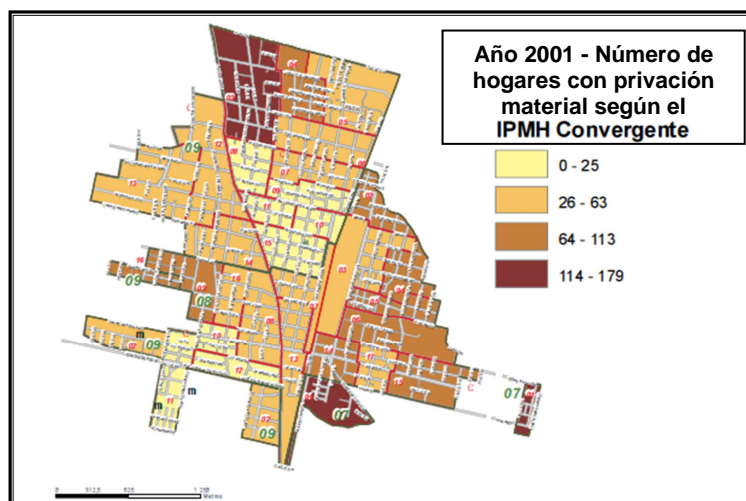


Figura 2- Distribución geográfica de los hogares de la ciudad de Tañ Viejo según el IPMH convergente por fracciones y radios censales. **Fuente:** Dirección de Estadística de Tucumán

La selección de las 20 familias en cada ciudad se realizó en forma proporcional al nivel de estratificación que indica el IPMH en cada caso. La muestra correspondiente a Tucumán se integró con un total de 180 familias correspondiente a las 8 ciudades principales y a San Miguel de Tucumán. El relevamiento de las familias seleccionadas se realizó en dos años (2009 al 2011).

Las cuatro características familiares estudiadas por el PSCEF (*comportamientos, percepciones, actitudes y atributos*) no se alteran respecto a las utilizadas con anterioridad en el año 2001 (Casado, 2001) y mantienen los mismos 30 aspectos que componen el perfil familiar. Del mismo modo, no se modifica el procesamiento de los datos del consumo energético y ni la forma de asociarlos con el *consumo específico por aportante* de electricidad y gas.

RESULTADOS

La distribución de las 180 familias que constituyeron la muestra se presenta en la tabla 1 siguiente:

Ciudad	Niveles del IPMH para cada ciudad estudiada			
	A Sin Incapacidad (Sin Incap.)	B Incapacidad Corriente (Incap. Corri.)	C Incapacidad Permanente (Incap. Perm.)	D Incapacidad Convergente (Incap. Conv.)
San Miguel de Tucumán	10	3	3	4
Banda del Río Salí	7	3	4	6
Tañ Viejo	7	3	5	5
Concepción	9	2	3	6
Yerba Buena	12	2	3	3
Monteros	7	3	5	5
Aguilares	6	4	4	6
Lules	6	4	5	5
Bella Vista	5	3	5	7
Muestra total	69	27	37	47

Tabla 1- Distribución de las 180 familias seleccionadas como muestra según la estratificación dada por el IPMH para cada ciudad estudiada en Tucumán. Las mismas fueron determinadas como se indica en la sección Equipos y Procedimientos

Consumo específico de energía eléctrica y gas por aportante

El consumo de energía eléctrica para las familias fue significativamente diferente ($p < 10\%$) para cada nivel del IPMH utilizado, mientras que el consumo de gas no presentó diferencias significativas entre los niveles superiores e inferiores del IPMH ($p > 10\%$), lo que permite mostrarlos mediante los siguientes gráficos:

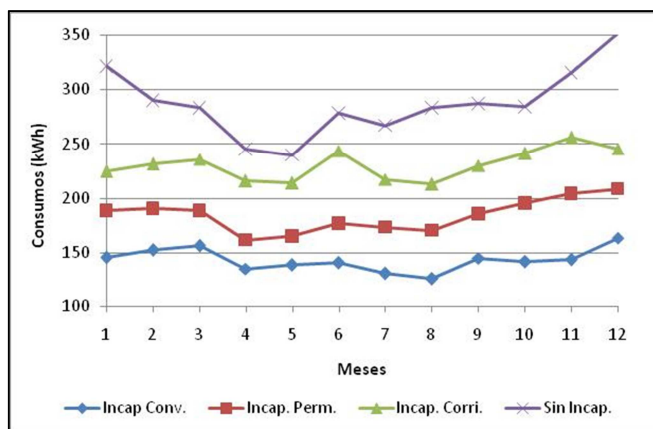


Gráfico 1- Distribución del consumo medio mensual de energía eléctrica según el IPMH del sector residencial de Tucumán 2011 obtenidos de encuestas según se indica en sección Equipos y Procedimientos.

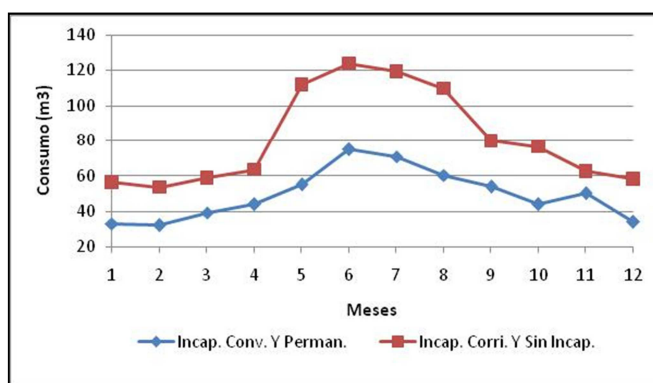


Gráfico 2- Distribución del consumo medio mensual de gas según el IPMH del sector residencial de Tucumán 2011, obtenidos de encuestas según se indica en sección Equipos y Procedimientos

Los consumos específicos por aportante tanto para gas como para energía eléctrica no presentaron diferencias significativas ($p < 10\%$) entre los niveles de IPMH, por lo que se presenta el consumo específico medio mensual general en cada caso.

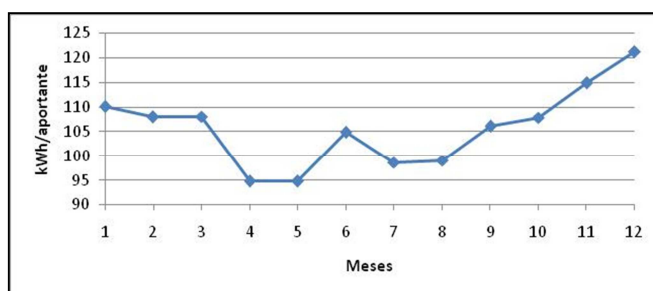


Gráfico 3- Distribución del consumo medio mensual general de energía eléctrica por aportante de cada familia del sector residencial de Tucumán - 2011-

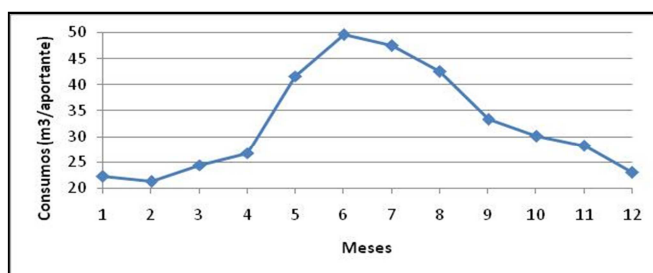


Gráfico 4- Distribución del consumo medio mensual general de gas natural por aportante de cada familia del sector residencial de Tucumán -2011-.

Siguiendo el procedimiento establecido por el PSCEF, modificado únicamente para considerar los límites del nivel socio-económico de los usuarios a través del IPMH dado por el INDEC, se estableció la relación de las características sociales entre los grupos de bajo y alto consumo separados a partir de la mediana y de los cuartos extremos de consumo específico mensual por aportante de gas y electricidad.

Grupos de consumo

Para estudiar las familias por grupos de consumo se las separó por la mediana (situación de diferencias débiles) y por los cuartos extremos (situación de diferencias fuertes). Los valores de los cuartiles de la distribución del consumo de las 180 familias estudiadas se presentan en la tabla 2. La tabla 3 muestra la asociación que presentan los consumos específicos de gas y electricidad en relación a cada familia.

Cuartil	Consumo de Energía Eléctrica (kWh/aportante/mes)	Consumo de Gas (m3/aportante/mes)
1ª	72,1	19,2
2ª (Mediana)	135,3	51,4
3ª	187,2	72,6

Tabla 2 – Valor de los cuartiles 1º, 2º y 3º para el consumo mensual específico por aportante de gas y electricidad en familias usuarias de viviendas particulares – Tucumán – 2011.

Consumo de energía eléctrica	Consumo de gas				
	1ºCuarto	2ºCuarto	3ºCuarto	4ºCuarto	Total
1ºCuarto	28	9	7	2	46
2ºCuarto	7	16	13	8	44
3ºCuarto	8	12	15	10	45
4º Cuarto	3	7	9	26	47
Total	46	44	44	46	180

Asociación de variables con $p < 1\%$ con χ^2 corregido

Tabla 3 – Distribución de frecuencias por cuartos del consumo específico mensual de gas y electricidad por aportante de familias usuarias de viviendas particulares -Tucumán – 2011

Comparación de características y aspectos entre grupos de consumo

Los grupos de alto y bajo consumo específico por aportante se encuentran al separar las 180 familias estudiadas a través de la mediana (situación débil), y a través de los cuartos extremos (situación fuerte). En la primera se compararon 110 familias (ver celdas recuadradas en tabla 3) que corresponden al 66% del total de familias encuestadas, y en la segunda se compararon 54 familias (ver celdas sombreadas en tabla 3), las que corresponden al 30% del total de familias estudiadas. Cada grupo de consumo energético presenta un perfil descripto por las 30 variables sociales del PSCEF. La comparación entre grupos determina las diferencias entre perfiles sociales y las diferencias entre los consumos energéticos respectivos. Puesto que son dos situaciones de comparación (mediana y cuartos extremos de consumo) se integran las diferencias entre perfiles sociales en una situación común con la finalidad de no magnificar o minimizar una de ellas. De allí que el perfil social en la situación común que se encuentra asociada a las diferencias de consumo de cada grupo son las que se indican en la tabla 4.

CARACTERÍSTICAS	ASPECTOS		SITUACIÓN COMÚN (FUERTE Y DÉBIL)	
			Bajo Consumo	Alto Consumo
Atributos	Estudios	Nivel	Bajo	Alto
		Homogeneidad	Baja (Media)	Alta
	Actividad Principal	Jubilado. y Desocupado	Empleado y Profesional.	
	Sexo Femenino	Bajo	Alto (Medio)	
Percepciones	IPMH	D (Incapacidad Convergente)	B (Incapacidad Corriente)	
	Derroche por vivienda	Medio	Bajo	
	Vivienda General	Medio	Medio (Alto)	
Comportamientos	Necesidad de Ahorro	Bajo	Alto	
	C/vivienda (mantenimiento)	Medio	Medio (Alto)	
	Permanencia de Aportantes	Mayor (16,6±3,0 hs)	Menor (11,3±2,7 hs)	
Consumo específico por aportante	Electricidad (kWh/aport/mes) (medio)	66,3 ± 19,7	220,1 ± 45,3	
	Gas (m3/aport/mes) (medio)	12,9 ± 7,7	82,3 ± 21,4	

Tabla 4 – Características y Aspectos de las familias de alto y bajo consumo distinguidas según la situación común entre la media y los cuartos extremos (débil y fuerte) de consumos específicos por aportante por mes.

De las cuatro características que componen el PSCEF (*Comportamientos, Percepción, Actitudes y Atributos*) sólo tres muestran diferencias (*Percepción, Comportamientos y Atributos*), y de ellas 10 aspectos establecen las condiciones sociales que diferencian los grupos de alto y bajo consumo.

CONCLUSIÓN

Los diez aspectos que resultan comunes a las situaciones de comparación débil (grupos de consumo separados por la mediana) y fuerte (grupos de consumo separados por los cuartos extremos) permiten caracterizar los grupos de alto y bajo consumo como se muestran en la tabla 4. De éstas características comunes, los *atributos* cuentan con el 50% de los aspectos que diferencian ambos grupos (5 de 10 aspectos), y puesto que son muy difíciles de modificar sin una intervención directa y

sistemática del estado durante un período prolongado de tiempo (desde la educación formal inicial), no se toman en cuenta a los efectos de definir una campaña educativa no formal y con libre adhesión de los usuarios (ética), que esté dirigida a disminuir el consumo energético del sector residencial.

Por el contrario, el 30% de las diferencias comunes entre los grupos de alto y bajo consumo (3 de 10 aspectos) proviene de las *percepciones* de las familias, y estas son posibles de modificar mediante una intervención educativa no formal y éticamente adecuada, por lo que se toman en cuenta para estimar la proporción de ahorro esperado para la población estudiada. Del mismo modo, el 20% de las diferencias proviene de los *comportamientos* (2 de 10 aspectos), los que también son posibles de modificar con una intervención educativa eficaz y se tienen en cuenta para establecer el ahorro potencial de la población. De éste modo se obtiene que el 50% de los aspectos sociales son posibles aprovechar en una campaña educativa no formal, y señalan los componentes a los que deben estar dirigidas las mismas (*percepciones* y *comportamientos*).

La diferencia de consumo entre grupos de alto y bajo consumo es 153,8 kWh/aport/mes de electricidad, lo que representa el 70% del grupo de mayor consumo, y de 69,4 m³/aport/mes en gas, lo que representa el 84% del grupo de mayor consumo. Esta es la capacidad de ahorro que puede asociarse a las diferencias encontradas en el perfil social de las familias estudiadas. Si se tiene en cuenta que de éstas, tan sólo sobre las *percepciones* y *comportamientos* (50% de las características) es posible actuar éticamente mediante una campaña educativa no formal, el ahorro energético potencial que puede esperarse para el sector residencial a través de una intervención educativa eficaz es del 35% en electricidad (50% de los 153,8 kWh/aport/mes) y del 42% en gas. (50% de los 69,4m³/aport/mes) respecto al grupo de mayor consumo, que es sobre el cual se deberá focalizar el impacto principal de la campaña educativa.

PROSPECTIVAS

Aunque las familias comparten características comunes en muchas ciudades, no son las mismas para todas ellas, por lo que las campañas educativas tendrán que tener dos condiciones: por un lado la generalidad y especificidad para el grupo de ciudades a la que está dirigida, y por otro, las diferencias individuales que permitan particularizarlas en cada una de ellas.

Así, por ejemplo, para las ciudades de la provincia de Tucumán las campañas educativas deberán estar orientadas en general hacia el *mantenimiento de la vivienda*, y que la *permanencia* de los *aportantes* (normalmente los jefes de familia) mejore el control de éstos sobre el resto de los usuarios. A esto se agrega que la campaña educativa deberá tender a integrar la vivienda al sistema con el que la familia convive y se desarrolla (*percepción de la vivienda*), además de incentivar la percepción de focos de ahorro energético desde el propio grupo familiar.

Por lo anterior, es muy importante mantener actualizadas las características sociales del consumo energético del sector residencial si se piensa en campañas educativas que utilicen los medios masivos de comunicación para operar en tiempo real sobre la sociedad.

REFERENCIAS

- Bianchi, J.M.A (2008). Hay una fuerte carrera por el currículo. Entrevista 7/12/2008. La Gaceta: Tucumán. Información General. P.17.
- Blasco Lucas, I.; Facchini, M; Avelín, R.; Rosés R; Hoesé, L. (2011). Análisis comparado de consumos energéticos en el sector residencial de la ciudad de San Juan. Revista: AVERMA. Vol. 15, ISSN 0329-5184
- Casado J.C. et al. (2001). Estimación del ahorro energético en gas y electricidad utilizando el perfil social del consumo del sector residencial de San Miguel de Tucumán. Revista: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 5, pp. 07.13-07.18. ISSN 0329-5184.
- Casado, J.C. (2001-a). Consumo energético del sector residencial de San Miguel de Tucumán. Tucumán. Anexo I, Pp. 3 a 8.
- Casado, J.C. (2009). Elementos básicos para investigar. Tucumán: Magna. Pp. 93-98.
- Dirección de Estadísticas de Tucumán (2006). Anuario Estadístico 2004-2005. Secretaría de Estado de Planeamiento. Gobierno de Tucumán: Tucumán. Pp. 54-55.
- Gibbons, M. et.a (1997). La nueva producción del conocimiento. Pomares: Barcelona
- Gallipoliti, Virginia A. (2003). Alternativas de eficiencia energética y uso racional de la energía en el consumo por iluminación y otros usos para diferentes funciones edilicias. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2003. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen: T-047. Pp 1-4.
- Sulaiman, H.; Blasco Lucas, I; Filippín, C. (2009). Incidencia del usuario en el comportamiento higrtermico estival de una vivienda convencional en San Juan. Revista: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.13. ISSN 0329-5184 (Universidad Nacional de San Juan)

ABSTRACT

Out of the tree principal sources of energetic saving in the residential sector, two proceed from the design and execution of the housing: its bioenvironmental fitting and the arrangement of artifacts and systems of low consumption. The third comes from the users behavior (among them and with the housing). In the last decade the advancement concerning a model that ethically systematizes the effective behavioral aspects for attaining the estimated saving was little, and the Social Profile of Familiar Energetic Consumption (SPFEC) continues been the most complete method to put into effect that appraisal. In order to find the potential energetic saving of the residential users in Tucumán, the SPFEC was applied in eight representative towns of the province. The results showed a potential saving of 35% in electrical energy and 42% in gas. The characteristics of the educative campaign that should result effective considering the social differences of the inhabitants are discussed.

Keywords: Energy – Usuary – Behaviors – Households – Economy – Education