

## PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN: SISTEMAS CONVERSORES DE ENERGÍA

Assaf, L.O.<sup>1</sup>; Casado, J.C.<sup>2</sup>; Pando, R.<sup>3</sup>; Bianchi, J.M.A.<sup>4</sup>; García, M.S.<sup>5</sup>; Ayub, F.G.<sup>6</sup>; Colombres Garmendia Avellaneda de Wilde, M.I.S.<sup>7</sup>; González, J.A.<sup>8</sup>; Hamakers, C.R.<sup>9</sup>; Barber, H.<sup>10</sup>; Bueso, S.F.<sup>11</sup>; Estevez, M.A.<sup>12</sup>;

Departamento de Energía Eléctrica, Electrónica y Computación - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - UNT  
Av. Independencia 1800 – C.P. 4000 – San Miguel de Tucumán – e-mail: [jccasado@arnet.com.ar](mailto:jccasado@arnet.com.ar) ; [lassaf@herrera.unt.edu.ar](mailto:lassaf@herrera.unt.edu.ar)

**RESUMEN.** Este trabajo describe el Programa “Sistemas Conversores de Energía”, financiado por la UNT para el período 2008-2012, que se integra con tres Proyectos. Se presenta la situación Argentina desde las perspectivas técnicas normativas, políticas y sociales que hacen al uso eficiente y racional de la energía, mostrando la necesidad del acercamiento multidisciplinario e integrativo que se propone para los problemas energéticos actuales. Los objetivos y procedimientos de cada proyecto revelan el alcance del programa y las posibilidades de impacto que tiene sobre el conocimiento de nuevas tecnologías innovativas, en las normativas de eficiencia y en las políticas energéticas dirigidas a una integración de la sociedad en los problemas energéticos argentinos.

**Palabras clave:** Energía- Políticas- Normas – Eficiencia – Medioambiente.

### INTRODUCCION

El marco económico social de nuestro país se muestra desafiante para las actividades científicas vinculadas con el sector de la energía, eje sobre el que se articula el presente programa. El cambio de paradigma introducido por la ley 25.561 (Ley de emergencia económica) resultó en la fragilidad y precariedad del sistema de abastecimiento de energía argentino, y dio lugar a una formidable demanda de conocimientos que el lado académico debe prepararse para responder. La actual situación se asemeja a aquella que precediera a la vigencia de la ley Dromi (ley 24.065 de regulación del mercado eléctrico), dato que no se debería deslindar de cualquier prospectiva.

Se precisan conocimientos y evaluación independiente para respaldar, orientar o refutar la acción del estado y de los restantes actores energéticos. En el campo académico esta actividad se ha producido de manera dispar. El Departamento de Luminotecnia (DLLyV) puede ser considerado como una institución de referencia por sus aportes al campo del alumbrado (proyectos CIUNT “Sistemas conversores de energía”, PICT “Evaluación de la eficiencia energética en la Argentina” y precedentes). El presente programa, representa la maduración y extensión de ese modelo (inicialmente concebido para la iluminación) a los restantes usos finales de la energía. Se trata de una profundización y ampliación de la línea de trabajo asentada en las vinculaciones que se mantiene con instituciones de referencia: IRAM, ADELCO (defensa del consumidor), AADL y con la industria nacional extendida a todos los usos y fines de la energía. Se articulan tres proyectos que tratan (1) La evaluación de eficiencia y desempeño en instalaciones y componentes de iluminación; (2) La evaluación de desempeño de componentes innovativos de impedancia no-lineal en los sistemas de distribución y tarifas eléctricas; y (3) la evaluación del usuario en relación al consumo de energía. Las directrices del programa se asientan en un modelo conceptual que se apoya en cinco ejes: 1. La eficiencia no debe considerarse un atributo independiente, sino que, junto con la seguridad y el desempeño, uno de los componentes de la calidad (en contradicción con las resoluciones del estado 82/98 -Secretaría de Industria- y 319/99 -Secretaría de Comercio Interior-); 2. No puede abordarse el problema de la energía sin herramientas de análisis y calificación de eficiencia de instalaciones y equipos; 3. No se debe prescindir del usuario por la alta incidencia que tiene éste en el ahorro, derroche y uso eficiente de la energía (tal como ha sido advertido -La Gaceta: 15/01/08-), el usuario esta ausente en las actuales políticas del estado; 4. Deben establecerse las ventajas y dificultades derivadas del uso extendido de productos tecnológicos innovativos o de eficiencia (¿se plantea la distribución gratuita de 5 millones de lámparas fluorescentes compactas! -La Nación: 22/01/08-); 5. Los códigos, normas y recomendaciones técnicas, son medios adecuados para la disseminación de ciencia y tecnologías aplicables al presente programa.

<sup>1</sup> Ing. Electricista- Prof. Asociado – Dep. Luminotecnia, Luz y Visión – Director del Programa “Sistemas Conversores de Energía” – Director del Proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”.

<sup>2</sup> Ing. Civil - Prof. Adjunto Metodología de la Investigación – Director “Proyecto Consumo Sustentable de Energía”.

<sup>3</sup> Ing. Eléctrico - Prof. Titular Circuitos Eléctricos I y II – Director del Proyecto “Efecto del uso intensivo de equipos de baja potencia de impedancia no lineal en las redes de distribución de energía eléctrica”.

<sup>4</sup> Psicólogo – Prof. Titular Metodología de la Investigación - Codirector del Proyecto “Consumo Sustentable de Energía”

<sup>5</sup> Profesora en Educación Física – Auxiliar Docente Graduado Fisiología de la Actividad Física - Integrante del Proyecto “Consumo Sustentable de Energía”

<sup>6</sup> Arquitecto –Auxiliar Docente Graduado Sistemas de Representación - Integrante del Proyecto “Consumo Sustentable de Energía”.

<sup>7</sup> Ing. Eléctrico – Prof. Adjunto Instalaciones Eléctricas- Codir. Proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”.

<sup>8</sup> Ing. Electricista – Prof. Adjunto Sistemas Eléctricos de Potencia – Integrante del Proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”

<sup>9</sup> Ing. Electricista – Prof. Titular - Integrante del Proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”

<sup>10</sup> Ing. Civil – JTP Hidráulica Aplicada – Integrante del Proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”

<sup>11</sup> Ing. Electrónico – Aux. Docente Graduado Circuitos Eléctricos II – Integrante del Proyecto “Efecto del uso intensivo de equipos de baja potencia de impedancia no lineal en las redes de distribución de energía eléctrica”

<sup>12</sup> Ing. Electricista – Prof. Adjunto Circuitos Eléctricos I- Integrante del Proyecto “Efecto del uso intensivo de equipos de baja potencia de impedancia no lineal en las redes de distribución de energía eléctrica”

## ANTECEDENTES DEL GRUPO DE TRABAJO

La conformación multidisciplinaria del grupo de trabajo proviene de diferentes vertientes. El núcleo central cuenta con una experiencia de más de 25 años en el tema, con sólidas vinculaciones en el campo de la defensa del consumidor, la evaluación de la calidad y la normalización, con el apoyo económico del CONICET, la SECyT (FONCYT) y el CIUNT desde 1981. El proyecto de investigación "Sistemas Innovativos en Iluminación" (CIUNT 1992-2000) ha sido pionero de la eficiencia energética y de la certificación de equipos de alumbrado; ha realizado el primer ensayo sobre lámpara de bajo consumo, balastos, lámparas de descarga y arrancadores de la Argentina y contribuyó con la única información disponible a nivel nacional sobre el desempeño energético de los sistemas de alumbrado. Los modelos elaborados por estos proyectos son una referencia en la eficiencia de instalaciones de alumbrado (Luminotecnia N° 54-1997-) y los ensayos de componentes que publicó la revista El Ojo del Consumidor (ADELCO-Asoc. de Defensa al Consumidor) fueron tomados como parámetro en la normalización de IRAM (IRAM 2214). Aportó información a diversas normas (entre ellas: IRAM 2312, IRAM 2124, IRAM 2465, IRAM 2467, IRAM 2009) y elaboró el "Reglamento para las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles", vigente para San Miguel de Tucumán (Ordenanza n°2420). Cuenta con una de las infraestructuras de ensayos de equipos de iluminación más importante a nivel nacional con la que brinda asesoramiento y servicios rentados a más de un centenar de empresas argentinas, y mantiene sólidos vínculos con reconocidas instituciones internacionales, nacionales y provinciales vinculadas con los fines del presente programa (Comisión Internacional de Alumbrado, Comité Electrotécnico Internacional, Instituto Argentino de Normalización, Asociación Argentina de Luminotecnia, Comité Electrotécnico Argentino, Asociación de Defensa del Consumidor, Organismo para la Promoción, Implementación y Control de la Seguridad Eléctrica en Tucumán).

El grupo de reciente formación, tuvo una profusa trayectoria en proyectos de investigación, tales como: "La Aislación Aérea Solicitada por Altas Tensiones" (1995), "Aislamientos Aéreos y Procedimientos de Calibración para Impulsos de Alta Tensión" (1998), "Ingeniería de Altas Tensiones" (2001-2004), "Medición y Estudio de la Resistividad del Terreno de la Provincia de Tucumán" (2003-2005), "Compatibilidad Electromagnética" (2005), "Descargas Atmosféricas" (2005-2006).

Por último, el grupo de consolidación media incurrió en la temática educativa y energética desde 1995, participando en el programa "Educación Universitaria" (CIUNT 1995-2001), en el proyecto "Sistemas innovativos de iluminación" (CIUNT, 1996-2005) y en el proyecto "Sistemas convertidores de energía" (CIUNT 2005-2008). El Programa "Educación Universitaria" desarrolló el "Perfil Social" como determinante de acciones educativas, y el Proyecto "Sistemas Innovativos de iluminación" particularizó el "Perfil Social" al Consumo Energético Familiar (PSCEF) en conglomerados urbanos, estimándose por primera vez el ahorro energético esperado para tipologías de familias residenciales (particularizado para S.M. de Tucumán).

El proyecto "Sistemas Convertidores de Energía", participó del programa PAYEEEP (Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, Secretaría de Energía de la Nación) y realizó auditorías energéticas de edificios públicos en 2007 (Assaf LO, Casado JC, Pando, R. et al. - 2007), y su actividad derivó en la conformación del presente programa.

## INTERDISCIPLINARIEDAD

Los problemas que se pretenden abordar abarcan desde las especificaciones de calidad y normas técnicas hasta el buen uso de la energía. En este contexto la coherencia no deviene de la afinidad entre las especialidades participantes, sino del aporte que diferentes especialidades puedan hacer al mirar hacia un mismo hecho. Tratar el problema de la eficiencia exclusivamente desde el punto de vista de la ingeniería, o de alguna ciencia en particular, significaría sesgar aspectos relacionados al derroche o mal uso de la energía (ocasionados o evitados por los usuarios o la tecnología). En este contexto ¿puede ser objetable incorporar la sociología? Tal limitación parece señalar las políticas estatales que prescinden de la participación ciudadana; este hecho fue señalado en diversas oportunidades como una debilidad estratégica que descarta, sin fundamentos válidos, que las profundas motivaciones del ciudadano común y sus comportamientos favorables hacia la conservación y el ahorro podrían ser un interesante aporte para solucionar el problema energético argentino.

## PROBLEMAS

De mantenerse el actual ritmo de consumo, en un futuro cercano los países en desarrollo (Argentina entre ellos) enfrentarán desafíos de tal magnitud para disponer de energía que lleva a creer que no podrán revertir jamás su pobreza. Este diagnóstico se ve favorecido, entre otros, por la baja eficiencia en los usos finales de la energía, lo que además incide en la pérdida de competitividad (Goldemberg, Johansson et al., 1988). Los subsidios que mantienen algunos estados para aliviar la situación económica de los ciudadanos, incentivan una demanda energética que en estos países crece más rápido que su Producto Bruto Interno (PBI) (Lenssen, 1992). La electricidad merece particular atención ya que representa más de la mitad de los futuros requerimientos de capital y su generación contribuye en manera significativa al deterioro ambiental, por otra parte, presenta grandes oportunidades de uso eficiente mediante nuevas tecnologías y el comportamiento de los ciudadanos.

La situación se agrava en Argentina a partir de 2002, donde por aplicación de la ley 25.561 se quitan los incentivos para ampliar el sistema de abastecimiento eléctrico, posicionándola en situación de casi colapso energético. Para evitarlo debería recurrir a dos herramientas fundamentales: (a) La tecnología de eficiencia y (b) la adhesión del consumidor; sin embargo el precio regulado de la energía resta posibilidades a las tecnologías de eficiencia sin atractivos para los consumidores. Por ello el gobierno alienta distribuir 25 millones de lámparas de bajo consumo (2 por hogar), lo que sería contraproducente sin los resguardos necesarios dado que la actual tecnología de eficiencia se basa en productos innovativos electrónicos de impedancia no-lineal, complejos de especificar, lo que dificulta estandarizar su calidad. La rapidez de innovación del mercado supera a la creación de conocimientos y protección ante la mala praxis industrial-comercial en la Argentina de hoy.

## OBJETIVOS Y PROCEDIMIENTOS

**El proyecto “Evaluación, Conformación y Etiquetado de Eficiencia Energética”** evaluará la calidad de los componentes de las instalaciones de iluminación Argentina (incluye seguridad, desempeño y eficacia energética), según estándares internacionales; relevará instalaciones de edificios haciendo ensayos y pruebas en laboratorio sobre muestras relevadas y provistas por el comercio (los ensayos incluirán efectos fotobiológicos y otros más allá de lo visual); investigará hipótesis sobre el bajo desempeño energético de las instalaciones Argentinas; completará una base de datos representativa nacional que incluirá edificios residenciales, comerciales y estatales del país; y realizará un muestreo del mercado junto a ADELCO.

**El proyecto “Consumo Sustentable de Energía: Perfil de los Usuarios y Campañas Educativas”** Distinguirá los principales patrones sociales del consumo energético argentino y desarrollará pautas de educación social para el uso sustentable y eficiente de la energía. Se realizará un estudio exploratorio y descriptivo utilizando los métodos comparativo constante, análisis factorial, encuestas semi-estructuradas y entrevistas a informantes claves en ocho ciudades de cuatro provincias argentinas. Se elaborará un modelo para el perfil social del consumo energético argentino.

**El proyecto “Efecto del Uso Intensivo de Equipos de Baja Potencia de Impedancia no-lineal en las Redes de Distribución de Energía Eléctrica”** comparará el comportamiento individual y grupal de estas cargas y la producción de armónicas en la red; probará la bondad del procedimiento elegido; medirá la energía reactiva en usuarios con altas frecuencias, observará sus efectos en el facturado y analizará el comportamiento de los capacitores que compensan el factor de potencia en circuitos con muchos consumidores; ensayará en laboratorio equipos con impedancia no-lineal y consumos menores a 500W (lámparas compactas, equipos informáticos y electrodomésticos); y medirá cargas en oficinas públicas, laboratorios, aulas universitarias y centros comerciales.

## INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS DISPONIBLES

Se cuenta con un edificio de 2000 m<sup>2</sup> con 3 laboratorios, 1 taller, servicios básicos, red informática, central telefónica y aulas del Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, con la infraestructura del Laboratorio de Mediciones Eléctricas del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, y de los locales de la Cátedra de Metodología de la Investigación en la Facultad de Educación Física, todos pertenecientes a la UNT. Los laboratorios están provistos de un completo equipamiento fotométrico de última generación, con sistemas de adquisición y almacenamiento automáticos de datos que incluyen variables eléctricas, ambientales y climáticas. Se dispone de instrumentos sociométricos y software específico para el tratamiento de datos sociales.

## IMPACTO TECNOLÓGICO, NORMATIVO Y SOCIO-CULTURAL

Se prevén impactos sobre la infraestructura metrología para ensayar lotes de muestras y bases normativas con transferencia a los entes Reguladores del servicio eléctrico (EPRET), áreas de recursos hidro-energéticos de la provincia, áreas de control de servicios en la UNT, AADL, IRAM y Programas de Ahorro y Eficiencia Energética de la Secretaría de Energía de la Nación. Transferencia sobre calidad de productos con ADELCO y Consumers International (CI). Socio-Culturalmente se aspira a superar los modelos simplificados (socialmente sesgados) para asumir la complejidad del problema y fortalecer las formas de intervención educativa que permitan el aprovechamiento sustentable de la energía. Por último las actividades de Investigación, metrología y servicios que se desarrollen nutren diferentes asignaturas de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Técnico Universitario en Iluminación y módulos del postgrado MAVILE del Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, y de la Cátedra de Metodología de la Investigación de la Facultad de Educación Física, todas de la UNT

## BIBLIOGRAFÍA

- Programa de Investigación: Sistemas Conversores de Energía. CIUNT 2008-2012.  
Resolución 1206/08. Rectorado de la Universidad Nacional de Tucumán.  
Assaf, L.O.(2004). Metrología de la eficiencia de los sistemas de alumbrado, incluyendo el alumbrado natural. Tesis Doctoral. UNT.  
Casado, J.C., Assaf, J.C. et al. (2001). Estimación del ahorro energético en gas y electricidad usando el PSCE del sector residencia de San Miguel de Tucumán. Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 5. Pp. 7.13-7.18.  
García M.S.(2002). Estado situacional de la Iluminación de los espacios deportivos en San Miguel de Tucumán. Tesis de Licenciatura en Educación Física. UNT  
Assaf L.O., Casado, J.C. et al. (2007). Una propuesta para la calificación energética de edificios públicos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 11. Pp 7.79-7.86.

**ABSTRACT:** This paper describes the scopes of the research program "Energy Conversion Systems", supported (until 2012 year) by the Science & Technology Council of the Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT). It concerns about technical regulations and policies on energy and efficiency, focused by multidisciplinary-and-integrated approach, achieved by three different projects. The objectives and procedures of each one show the full scope of the program and the potential impact it would have on the knowledge of efficiency and energy regulations and policies.

**Keywords:** Energy – Policy – Technical Standards – Efficiency – Environment