

# Determinación del potencial de ahorro energético en residencias.

Ing. Fabián Cabrera Albornoz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Eléctrico  
E-mail: fabian.cabrera@ucuenca.edu.ec

Facultad de Ingeniería  
Universidad de Cuenca

## RESUMEN

Este artículo de difusión orientado al público en general, presenta los aspectos más importantes de un proyecto no estrictamente científico que tenía la finalidad de determinar el potencial de ahorro energético típico en una residencia ecuatoriana. Al no existir procedimientos normalizados para el sector residencial, se usa el método sistemático establecido por la norma UNE 216501-2009.

El proceso inicia con la preparación y solicitud de información del lugar en estudio (vivienda), para luego realizar la inspección del sitio y de los equipos involucrados sobre los cuales por medio de instrumental de laboratorio se procede a la recolección de datos. Con esta base de información se continúa con la contabilidad energética que luego permite hacer propuestas para reducir el consumo y finalmente determinar el potencial de ahorro energético que se lo debe dar a conocer por medio de un informe final.

**Palabras clave:** Potencial, ahorro, energético, electrodoméstico, residencia.

## ABSTRACT

This article oriented to the general public, presents the most important aspects of a not strictly scientific project that was intended to determine the potential for energy savings in a typical Ecuadorian residence. In the absence of standardized procedures for the residential sector, the systematic method established by the UNE 216501-2009 used.

The process begins with the preparation and location information request under consideration (housing), then perform the inspection of the site and the teams involved on which by means of laboratory instruments we proceed to data collection. With this information base is continued energy accounting which then allows proposals to reduce consumption and ultimately determine the potential for energy savings that we should make known through a final report.

**Keywords:** Potential, saving, energy, household appliances, home.

## INTRODUCCIÓN

En el año 1998, en Austria, se realizó la primera conferencia internacional de Eficiencia Energética, y se estableció el día 5 de Marzo como el día Mundial de la Eficiencia Energética. En ese evento, más de 350 expertos en la generación y consumo de los diferentes tipos de energía, y líderes de 50 países, analizaron y debatieron sobre la crisis de la energía y sobre la necesaria búsqueda de la eficiencia; entendida como una de las políticas de reducción de las problemáticas asociadas al cambio climático.

Posteriormente, en Octubre de 2014, en Lima (Perú), la Agencia Internacional de Energía, como resultado de la mesas de discusión de más de 50 expertos, presento su informe "Recomendaciones de Políticas de Eficiencia Energética Regionales para América Latina y el Caribe. De las 20 recomendaciones propuestas, cuatro de ellas (10, 11, 12, y 13) se refieren específicamente al sector de la iluminación, aparatos eléctricos, y equipos de uso domiciliario [1].

Es evidente que esta temática gana cada vez más importancia, tanto así que en el mes de Junio del presente año, se publicó la encíclica sobre el clima y medio ambiente "Laudato Si" del Papa Francisco, en la que se mencionan algunos puntos clave como por ejemplo entender que el calentamiento global es real, y resultante principalmente de la actividad humana, e instó a todos los seres humanos a hacer cambios aunque sea pequeños en los hábitos diarios, incluyendo el uso de transporte público, compartir viajes en auto, plantar árboles y apagar luces innecesarias.

Pero este llamado a cuidar la casa común, va mucho más allá al mencionar detalles como los siguientes:

*"Todavía no se ha logrado adoptar un modelo circular de producción que asegure recursos para todos y para las generaciones futuras, y que supone limitar al máximo el uso de los recursos no renovables, moderar el consumo, maximizar la eficiencia del aprovechamiento, reutilizar y reciclar. Abordar esta*

*cuestión sería un modo de contrarrestar la cultura del descarte, que termina afectando al planeta entero, pero observamos que los avances en este sentido son todavía muy escasos.*

*La humanidad está llamada a tomar conciencia de la necesidad de realizar cambios de estilos de vida, de producción y de consumo, para combatir este calentamiento o, al menos, las causas humanas que lo producen o acentúan" [2].*

En este contexto, las medidas a tomar, no implican reducir la calidad de vida, sino la disminución del gasto de los recursos naturales utilizados para la obtención de bienes y servicios por medio de procesos mejorados, técnicas de reciclaje, materias primas no contaminantes, y el consumo de la energía realmente necesaria [3].

Para tener una idea más clara, sobre la importancia en aumentar la eficiencia energética en el sector residencial ecuatoriano, se pueden revisar los indicadores de consumo a nivel nacional proporcionados por el CONELEC a fecha Julio del 2015.

**Tabla 1. Consumo nacional de energía eléctrica por sector**

Sector Residencial	6639,37 GWH	35,09 %
Sector Comercial	3915,62 GWH	20,70 %
Sector Industrial	5395,40 GWH	28,52 %
Alumbrado Público	1058,20 GWH	5,59 %
Otros	1910,76 GWH	10,10 %

Como se observa, los hogares se constituyen en el sector que consume mayor cantidad de energía, y muy probablemente un porcentaje de esa energía absorbida de la red de distribución no está siendo utilizada para una tarea o servicio efectivo dentro de cada una de las viviendas.

El segundo consumidor más grande que es el sector industrial (puesto que los costos de producción están asociados a los costos de compra de energía), suele tomar acciones

tendientes a reducir los desperdicios energéticos; pero esa misma actitud no se observa en los consumidores residenciales, o al menos no se le asigna la importancia que se merece.

Por ejemplo, es común que los jefes de hogar insten a sus miembros que apaguen o desconecten los equipos que no están siendo utilizados, pero no se tiene una clara idea de la cantidad de energía que se podría realmente ahorrar con esas medidas, y peor todavía el ahorro económico que se puede obtener.

Visto así el problema, entonces un paso inicial para reducir la cantidad de energía no utilizada pero pagada por medio de las planillas de consumo, es la determinación del potencial de ahorro, que se lo define como: “*la diferencia entre la evolución del consumo de energía sin la introducción de medidas de ahorro y el caso en que todas las medidas del uso eficiente de la energía y gestión de la demanda están incluidas en el patrón de consumo*” [4].

Para obtener este parámetro, y considerando que no existen métodos estrictamente definidos, este proyecto propone hacer uso de las recomendaciones especificadas en normativas internacionales. Revisando en forma detallada las normas UNE 216501:2009 para Auditorías Energéticas y UNE 16001:2009 referente a los Sistemas de Gestión Energética [5], se deduce que pueden ser aplicadas sin mayores modificaciones puesto que ellas consideran los aspectos de la eficiencia y el ahorro.

En forma resumida, UNE 216501, pide que se realice un proceso sistemático, independiente y documentado para la obtención de evidencias y su posterior evaluación objetiva con la finalidad de [6]:

- Identificar y caracterizar los factores que afectan al consumo de energía.
- Obtener un conocimiento fiable del consumo y su costo asociado.
- Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro, mejora de la eficiencia y diversificación de energía y su repercusión en el costo energético y de mantenimiento, así como otros beneficios asociados.

La realización del proceso auditor, puede esquematizarse de la siguiente manera [7].



Tomando como guía este esquema, se procede a su ejecución desarrollando cada uno de los aspectos y adaptándolos a la situación del sector residencial.

## MÉTODOS Y MATERIALES

*La preparación*, del entorno de ejecución del proyecto. Tiene que ver con la solicitud de información actual y pasada a los directivos de la institución auditada, y permisos de admisión a los sitios importantes [7]. En el caso residencial, este punto no tiene complejidad, pues trata de hacer una petición de acceso y explicación de lo requerido al representante de la residencia.

*La inspección de equipos*, tiene la finalidad de identificar los equipos más representativos dentro del sistema para reconocer su forma de funcionamiento y planear la mejor manera de realización de mediciones y toma de datos acordes al tipo de instalación eléctrica.

La forma de vida actual, obliga que en la mayoría de viviendas existan los electrodomésticos y equipos que aparentemente nos brindarán comodidad, entretenimiento y la facilidad para realizar incluso tareas laborales. Hace pocos años atrás, los equipos más comunes (televisores, refrigeradores, licuadoras, lavadores, equipos de audio, etc), generalmente disponían de un interruptor general, es decir que consumían energía solamente al momento de ponerlos a funcionar, pero con el advenimiento de los controles remotos, algunos de esos equipos han sido modifica-

dos de tal manera que consumen energía en el estado de espera (hasta que se lo active vía control inalámbrico). Esto significa, que se deberán realizar las mediciones en los dos estados posibles, además de verificar si existen o no variaciones de carga.

Por otro lado, la popularización de la red internet, de la televisión por cable y satelital, de los video juegos y de la telefonía celular, ha permitido la introducción de nuevos aparatos eléctricos (decodificadores, módems inalámbricos, consolas de entretenimiento, centralillas, etc), que si bien no poseen una potencia instantánea elevada pero en cambio permanecen conectados a la red eléctrica todo el tiempo.

Los equipos de cómputo, sobre todo los de tipo escritorio, absorben energía a pesar que no están encendidos y tampoco están esperando que se los active en forma remota. Similar situación se presenta con las impresoras siendo más notorio el problema con las de tipo laser.

En el caso de los hornos eléctricos y de microondas, lavadoras, y similares, se requiere el consumo permanente para mantener actualizado el reloj de tiempo real y evitar pérdida de sincronización de las funciones temporizadas. Esta particularidad puede representar un consumo importante.

La recolección de datos, se realizó utilizando dos instrumentos de medición. Un primer multímetro (FLUKE 117) configurado como voltímetro y un segundo multímetro (PROSKIT 3PK-345 con enlace a computadora) actuando como amperímetro. Como instrumento de apoyo, para verificación de los valores indicados por los multímetros, se ha utilizado un Osciloscopio industrial (METRIX OX 5042), de tal manera que el canal A, permita observar la onda de voltaje y el canal B la onda de corriente a través de una resistencia conectada en serie con la carga en prueba. Este conexionado, ha permitido también determinar el factor de potencia de los equipos analizados y puede resultar de utilidad al momento de querer determinar la cantidad de potencia reactiva absorbida por la vivienda. El instru-

mento de medición de corriente ha tomado datos durante una hora con un período de muestreo de 1 minuto.

De cada uno de los equipos bajo prueba, se han almacenado en archivos digitales los registros de los valores eficaces de corriente y las curvas de corriente y voltaje respecto al tiempo para posteriores análisis del factor de potencia y presencia de armónicos en la red, que no son objeto de este proyecto pero sí lo serán en proyectos posteriores. En la Figura 1 se muestra el montaje experimental utilizado.

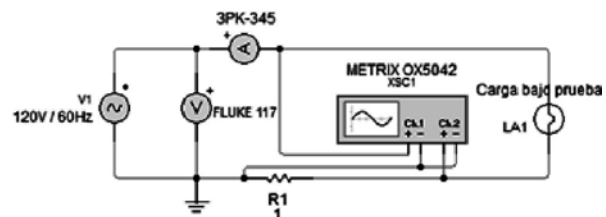


Figura 1. Esquema eléctrico del montaje experimental

La contabilidad energética, pretende asignar un valor de consumo de energía a cada equipo con el fin de calcular el costo de funcionamiento de cada uno de ellos. Se han de diferenciar los costos relacionados con el aprovechamiento del trabajo realizado por un aparato, y el costo debido a los estados de espera, que tarde o temprano representarán una pérdida económica.

Tomando en cuenta los datos medidos, se calculan los costos aproximados para cada situación (estado activo y estado de espera) considerando un costo promedio (en Ecuador) de 11,5 centavos de dólar por cada kilovatio hora (KWH), obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 2. Costo (en Ecuador) de cada tipo de consumo energético

Tipo de consumo	KWH	Costo KWH	Subtotal U\$S
En estado activo	263,08	0,115	30,25
En Stand by	43,10	0,115	4,95

Al momento de realizar las mediciones, se puede observar fácilmente los valores económicos aportados al total de la planilla por el uso de cada aparato eléctrico. Por ejemplo, usar la lavadora al final del mes representa 2,01 dólares ( $17,517 \times 0,115$ ), y de la refrigeradora 14,87 dólares ( $128,52 \times 0,115$ ), que evidentemente es un valor muy alto y exige buscar algún correctivo.

Otros análisis importantes se derivan de las características funcionales de ciertos equipos que han sido diseñados con opciones de ahorro. Se tiene el caso de una Televisión de 40 pulgadas SAMSUNG que puede ser configurada de acuerdo a 5 estados energéticos como se observa en la Tabla 3.

**Tabla 3. Estados posibles de ahorro en un Televisor SAMSUNG LN40A**

Estado de ahorro	Corriente (mA)	KWH /mes	Costo mensual U\$S
Apagado	900	16,07	1,85
Bajo	660	11,78	1,35
Medio	500	8,93	1,03
Alto	390	6,96	0,8
Automático	900	16,0	1,85

Cada uno de estos estados, se relaciona con un nivel de brillo de la pantalla. Obviamente al máximo ahorro le corresponde un mínimo de brillo, que tal vez para algunas personas no sea lo más agradable. De todas maneras se dispone de una interesante manera de reducir los costos de operación.

Un efecto similar se puede lograr actuando sobre el nivel de brillo de una computadora personal. En el caso del computador HP HDX16 se observó lo siguiente:

**Tabla 4. Variaciones de consumo en una computadora portátil HP HDX16**

Nivel de brillo	Corriente (mA)	KWH/ mes	Costo mensual U\$S
Mínimo	176	2,094	0,24
Medio	187	2,25	0,256
Máximo	208	2,475	0,285

Las diferencias de consumo no son grandes, pero de todas formas son aporte para el ahorro global.

La propuesta de mejoras, se deriva de los puntos antes desarrollados, siempre recordando que el propósito es determinar el potencial de ahorro sin atender con la condiciones de servicio y comodidad de los residentes de la vivienda.

En un primer escenario, se considera que es posible eliminar todo el consumo en espera de 43,1 KWH. Revisando la característica funcional de los aparatos eléctricos, deducimos que el único equipo al que se le puede permitir mantener su Stand by es el horno de microondas, puesto que al desconectarlo y no tener batería de respaldo para su reloj interno, sería molesto perder la hora actual del sistema.

Para todos los demás equipos, la recomendación es desconectarlos de la red actuando sobre su interruptor general cuando lo poseen o en caso contrario hacerlo por medio de un dispositivo de interrupción externo.

Pero las posibilidades de ahorro se incrementarían poniendo en práctica las siguientes acciones complementarias:

- Cambiar las luminarias fluorescentes compactas por luminarias LED. Cambio que no trae inconvenientes para los usuarios puesto que los niveles de iluminación son similares; por ejemplo una lámpara ECOLED de 10 vatios produce 850 lúmenes, muy cercanos de los 865 lúmenes de una lámpara ahorradora OSRAM de 23 vatios.

- Reducir el nivel de brillo de la pantalla de los computadores.

- Verificar y seleccionar adecuadamente el estado de la función de ahorro de energía en los televisores.

- Revisar el estado de equipos grandes como son la refrigeradora y lavadora.

- Apagar o desconectar: router inalámbrico, decodificador satelital o de cable, cargadores de celulares, laptops y tablets durante las últimas horas de la noche y la madrugada (0 a.m. - 6 a.m.) y en los períodos de tiempo que no se encuentran personas en la vivienda. Con esta medida, se logra reducir el tiempo de actividad de los equipos al menos 12 horas.

- Cuando sea posible, reducir el tiempo de utilización de luminarias y cargas pesadas.

En este segundo escenario, y aplicando las mejoras propuestas sobre algunos de los equipos listados en la Tabla 2, se tiene un nuevo cálculo de la energía total y de la energía consumida por cada uno de ellos.

*El informe final*, puede ser presentado luego de concluidos todos los pasos anteriores (recomendados por UNE 216501) y comparando los datos de consumo total en los dos escenarios mencionados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer escenario, realizando las acciones necesarias para evitar el consumo en espera de todos los equipos, excluyéndose únicamente al horno de microondas, se obtiene lo siguiente:

*Potencial del ahorro energético = 41,62 KWH mes*

*Porcentaje de ahorro energético = 13,59 %*  
*Ahorro económico mensual = \$ 4,79*

En el segundo escenario, adicional a la eliminación del consumo en espera, llevando a la práctica acciones complementarias relacionadas sobre todo con las costumbres de uso de los equipos, el potencial de ahorro sería:

*Potencial del ahorro energético = 306,18 KWH – 209,67 KWH = 96,51 KWH mes*

*Porcentaje de ahorro energético = 31,52 %*  
*Ahorro económico mensual = \$ 11*

Es de notar, que los costos de implementación de las mejoras propuestas no son excesivos. En el caso de los equipos que no poseen interruptor general, se puede colocar regletas de tomas múltiples, que tienen costo aproximado de 12 dólares por unidad (en Ecuador). De requerirse cinco regletas, solamente 60 dólares son necesarios para poner en práctica las mejoras relacionadas con las costumbres de uso.

El reemplazo de las nueve luminarias de la residencia en estudio, se puede ejecutar paulatinamente a medida que las compactas fluorescentes lleguen a su término de vida. El costo de una luminaria FCL es aproximadamente 7 dólares y de su equivalente LED es 12 dólares, diferencia que no resulta exagerada tomando en cuenta el beneficio obtenido. Al final del proceso de reemplazo se habrán invertido 45 dólares adicionales con respecto a las lámparas originales.

Entonces el gasto total de inversión alcanza los 105 dólares, mismos que pueden ser recuperados transcurridos diez meses aproximadamente.

Considerando la tabla 1; si del consumo energético nacional anual de 6639,37 GWH en el sector residencial, se promoviera y lograra un porcentaje de ahorro similar (31,52 %), tendríamos una reducción de 2092,72 GWH que representa un monto aproximado de 209 millones de dólares al año.

## CONCLUSIONES

En el ámbito residencial existe una considerable cantidad de dispositivos modernos de los cuales no se pone en duda la utilidad y comodidad que ofrecen a las personas; sin embargo la suma de la energía en espera de todos ellos alcanza valores importantes, que deben considerarse como desperdicio energético y económico.

Por otro lado, las costumbres y formas de vida de las personas constituyen un factor importante que incrementa la cantidad de energía absorbida de la red eléctrica de distribución pero que no es utilizada en tareas efectivas. En los años recientes se nota un

incremento de la conciencia social al respecto de la importancia que tiene el uso adecuado de la energía, sin embargo la mayoría de personas no tienen idea clara de la cantidad de energía desperdiciada y de los costos asociados. Además, el discurso general suele ser “debemos ahorrar”, pero no se realizan acciones efectivas en ese sentido.

Se ha comprobado que el procedimiento establecido por la norma UNE 216501, puede servir de guía para la determinación del potencial de ahorro energético a nivel residencial. En proyectos posteriores se podrían usar técnicas de automatización para procesos de gestión energética domiciliaria partiendo del valor de potencial de ahorro calculado.

Aunque el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador, a través de su Dirección de Eficiencia Energética, ha implementado varios programas y proyectos a nivel de sustitución tecnológica (proyecto focos ahorradores, plan RENOVA, proyecto cocinas de inducción, etc), de gestión, y de modificación de hábitos culturales de la población, las estrategias de eficiencia energética planteadas para los sectores público y residencial, pueden ser mejoradas o complementadas considerando los aspectos fundamentales mencionados en las normas UNE 216501:2009 y UNE 16001:2010. Por ejemplo, realizar la auditoría energética de una vivienda, le permitiría a la persona responsable de ella tomar medidas correctivas para reducir el desperdicio energético y la consiguiente reducción en su planilla de consumo, además de concientizar al respecto de la importancia que tiene el uso racional de los recursos naturales transformados en las diferentes formas de energía a nuestra disposición.

El ahorro energético es tema ampliamente tratado en textos y literatura técnica, pero mayoritariamente centran sus recomendaciones finales en el reemplazo de luminarias y apagado de equipos, y no consideran las particularidades de ciertos electrodomésticos (ejemplo TV con opciones de ahorro) que permiten utilizarlos de manera más eficiente.

Se plantea la migración hacia luminarias LED en lugar de mantener las luminarias fluorescentes compactas más todavía considerando la peligrosidad que conllevan debido al mercurio contenido en su interior.

En la actualidad, en Ecuador hay empresas que ofrecen el servicio de auditorías energéticas, pero todas se enfocan al sector industrial y comercial. Sin embargo, los profesionales del sector eléctrico, podrían ofrecer este servicio a nivel residencial técnicamente realizado y fundamentado en las normativas establecidas; o bien, educar a los ciudadanos para que conozcan mejor los equipos que utilizan y tomen acciones de ahorro por su propia cuenta de manera consciente y programada cuando sea posible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IEA, (2014). *Recomendaciones de Políticas de Eficiencia Energética Regional- América Latina y el Caribe*, International Agency Energy – CEPAL, Lima, Perú, 12 pp.
- [2] FRANCISCO, (2015). *Carta Encíclica “Laudato Si, sobre el cuidado de la casa común*, Tipográfica Vaticana, Roma, 191 pp.
- [3] CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA, (2010). *Eficiencia Energética, Una Receta Para el Éxito*, Londres, 157 pp.
- [4] ASSAF, G.S. DUTT, C.G. TANIDES, (2002). *Lighting efficiency and environmental issues in Argentina. Current estatus and perspectives*, (5<sup>th</sup> European Conference on Energy – Efficient Lighting), Niza,
- [5] AEDHE, (2011). *Guía Práctica Para la Implantación de Sistemas de Gestión Energética*, Edita Fundación MAPFRE, Madrid, 94 pp.
- [6] AENOR, (2009). *UNE 216501 Auditorías Energéticas, Requisitos*, Madrid, 14 pp.
- [7] FERNANDEZ, P. (2006). *Cómo realizar una auditoría energética*, Edita Fundación Confemetal, primera edición, Madrid, 139 pp.