



Estimación del potencial de ahorro en el consumo de electricidad del sector residencial del Paraguay, implementando medidas de eficiencia energética

Letizia Miranda, Nathalia Cálcena, Estela Riveros, Diana Valdéz, Félix Fernández, Gerardo Blanco

Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos, Facultad Politécnica - UNA

Paraguay.

RESUMEN

Hoy en día, la participación de la electricidad en la matriz energética del Paraguay, es relativamente baja en comparación con la oferta interna bruta de electricidad. No obstante, en los últimos años, la tasa de crecimiento ha aumentado de manera drástica. En este sentido, el sector residencial aparece como un segmento relevante de la demanda de electricidad. De hecho, de acuerdo con el Balance Nacional de Energía 2014, la demanda en este sector aumento en un 8,6% entre el 2013 y 2014. Teniendo en cuenta este escenario de alto crecimiento continuo, el presente trabajo tiene como objetivo estimar el potencial de ahorro de electricidad en el sector residencial del Paraguay basada en la aplicación de medidas de eficiencia energética en varios usos de la electricidad (iluminación, climatización de ambientes, conservación de alimentos y calentamiento de agua). Por lo tanto, se desarrolla un modelo integrado de energía bottom-up, empleando el entorno LEAP© (Long-range Energy Alternatives Planning System, por sus siglas en inglés), con el fin de evaluar el impacto de las medidas propuestas hasta el año 2040. Considerando el desarrollo tecnológico, las medidas antes mencionadas consisten en la sustitución de artefactos por otros más eficientes que permiten satisfacer las necesidades de energía, pero a un nivel inferior de consumo. Finalmente, el análisis de factibilidad económica sugiere que la aplicación de las estrategias propuestas puede ayudar a incrementar la productividad económica, así como también salvaguardar los recursos financieros, tanto de la empresa eléctrica proveedora como de los usuarios finales.

PALABRAS CLAVES

Energía neta, energía útil, eficiencia energética, potencial de ahorro, Leap.

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia observada en los últimos años en el consumo nacional de energía está caracterizada por el incremento sostenido en el consumo de los productos derivados del petróleo y la electricidad. Esto trae consigo el doble reto de garantizar el abastecimiento seguro de la energía eléctrica que demanda el mercado interno nacional y encontrar nuevas opciones que permitan amortiguar el efecto económico, ambiental y social que significa el consumo de derivados del petróleo y el carácter de dependencia que ello impone por tratarse de productos energéticos importados en su totalidad [1]. Para el año 2011 se ha realizado un estudio del Balance Nacional de Energía Útil para la República del Paraguay (BNEU 2011) [2], en cuyo resultado observamos que el consumo neto total de energía ha sido de 4.324,61 kTep y que el mayor consumidor en términos de energía neta es el sector transporte con el 31,1% del total, en segundo lugar se ubica el sector residencial con el 28,5 % del total y en tercero la Industria con 27,0%. Luego Agropecuario y Forestal con 7,5%; Comercial, Servicios y Público con 5,5%; y, finalmente con participación muy poco significativa se encuentran Minería y Construcción con 0,4% del total.

Con respecto al consumo de energía eléctrica, el sector residencial es el mayor consumidor con el 41,7% del consumo total. Este sector, consumió un total de 1.234 kTep de energía contabilizada en términos de energía neta en el año 2011. De las siete fuentes energéticas utilizadas en el sector Residencial (Gas Licuado, Kerosene, Leña, Carbón Vegetal, Nafta, Residuos de Biomasa y Electricidad), la Leña es la principal fuente consumida aportando casi la mitad del consumo neto (53,5%). La segunda fuente en magnitud es la Electricidad, que aportó el 22,3% del consumo neto del sector. Ambas, Leña y Electricidad, representan el 76% del consumo [2].

Si bien el consumo de la energía eléctrica es bajo con respecto a otras fuentes, se han registrado tasas de crecimiento interanual muy elevado y un notable crecimiento relativo de la electricidad en la matriz energética paraguaya.

Con el afán de que la energía eléctrica sea aprovechada de la mejor manera posible, el uso eficiente de ella es considerado una de las medidas más efectivas, a corto, mediano y largo plazo, para evitar o postergar importantes inversiones en generación de energía.

En este contexto, el trabajo pretende evaluar el potencial de ahorro que se obtiene con la disminución del consumo de energía eléctrica durante el periodo 2014 – 2040, por medio de la aplicación de medidas de eficiencia energética en el sector residencial. Entiéndase por potencial de ahorro a la diferencia que se obtiene entre la evolución del consumo de la energía conforme al crecimiento tendencial del parque de equipamientos y el escenario donde la totalidad de los equipos ineficientes son sustituidos por equipos eficientes.

El trabajo toma el Balance Energético Nacional en Energía Útil del año 2011 [2], elaborado por la Fundación Parque Tecnológico de Itaipú - Paraguay (FPTI-PY) en conjunto con la Fundación Bariloche (FB). Para las proyecciones se utilizaron datos del Informe de “Elaboración de la Prospectiva Energética para la República del Paraguay 2013-2040” [3]. Seguidamente se desarrolló un modelo energético integral elaborado en el entorno LEAP© (Long range Energy Alternatives Planning System), dado que este modelo analítico responde a la necesidad de reflejar los cambios estructurales de los sistemas energéticos para hacer predicciones, a fin de evaluar las medidas de eficiencia energética. Posteriormente se realizaron cálculos teóricos tomando como base las proyecciones, así como la complementación de la información mediante entrevistas a actores claves del segmento de provisión de artefactos electrodomésticos, con el fin de hallar el mayor potencial de ahorro en energía al aplicar las medidas de eficiencia. Por ultimo para el cálculo de la capacidad de energía desplazada y del valor actual neto de los beneficios de tales medidas, utilizamos la

metodología denominada “Estimación del Ahorro de Energía y de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero” propuesta por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) [4]. Las medidas de eficiencia energética serán aplicadas dentro de los usos de iluminación, conservación de alimentos, refrigeración y ventilación de ambientes y calentamiento de agua.

El presente análisis está organizado de la siguiente manera: la Sección II presenta el modelo Bottom-up energético a ser utilizado con su estructura básica, en la Sección III se encuentra la metodología realizada para el cálculo del consumo tendencial de la energía eléctrica para el periodo 2011 – 2040, en la Sección IV se encuentra la metodología realizada para el cálculo del potencial de ahorro en el consumo de la energía eléctrica para el periodo 2014 – 2040, en la Sección V se encuentran los resultados de las medidas de eficiencia aplicadas y por último, en la Sección VI se presentan las conclusiones.

2. LEAP© (LONG-RANGE ENERGY ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM).

Desarrollado por el Stockholm Environment Institute (SEI US). El LEAP© es una herramienta para modelar escenarios energéticos y ambientales. Sus escenarios se basan en balances integrales sobre la forma en que se consume, transforma y produce energía en una región o economía determinada, según una gama de hipótesis alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, precios y otras características [5].

La lógica global que utiliza es clara, lo que hace que el modelo sea transparente, esto posibilita al usuario representar fácilmente el sistema energético a analizar, y visualizar claramente su funcionamiento. Permite identificar las implicancias de los escenarios que pueden ser propuestos, así como los impactos derivados de cambios estructurales.

Posee una estructura de manejo flexible de datos y definición de procesos, lo que permite un análisis amplio en cuanto a especificaciones tecnológicas y detalles de demanda energética de uso final. Permite representar desde un simple recuento elaborado sobre una estructura de balance energético, hasta el desarrollo de sofisticados sistemas de simulación del sector [6].

2.1 Estructura del modelo LEAP©

2.1.1 Variables principales:

En esta categoría, pueden crearse variables macro-económicas, demográficas y otras variables de series de tiempo. Aquí se ubican datos que no se usan en otros análisis de demanda, transformación y recursos. Pueden construirse modelos macro-económicos o demográficos simples en estas ramas, usando las facilidades de modelado basado en fórmulas de LEAP©, o simplemente usar el área como un lugar para almacenar las hipótesis principales del análisis del escenario. Las ramas de Variables Principales pueden ser de dos tipos: Ramas de Categoría, que se usan para organizar las variables principales en una estructura de datos jerárquica. Estas ramas no contienen datos. Y por otro lado las Ramas de Variables Principales, que se usan para indicar variables y datos por ejemplo: PBI, producción industrial, población, consumo, inversiones, etc. Estas variables no son resultados directos de LEAP©, sino que se usan como variables intermedias que se pueden referenciar en los modelos de demanda, transformación y recursos.

Además de definir variables en la categoría Variables Principales, se pueden agregar también Variables de Usuario dentro de los análisis de demanda, transformación y recursos.

Demanda: en esta rama se realiza una evaluación detallada de la composición de la demanda por sector, subsector, usos finales y equipamientos. El crecimiento de la demanda es determinado por las relaciones de competencia entre combustibles, intensidades energéticas, equipamientos de transformación y cambios estructurales definidas por el usuario.



XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

Transformación: es la rama donde se realiza la evaluación detallada de la configuración del sistema de oferta actual y futura. El usuario define los detalles de las estructuras de transformación. Dispone de algoritmos flexibles que permiten definir múltiples entradas y salidas tales como los casos de cogeneración de electricidad.

Recursos: es la representación simple de recursos renovables y no renovables.

Medio Ambiente: representa las emisiones de GEI del sector energético y resto de sectores individualizados.

Balance Oferta / Demanda: es la presentación completa del balance energético proyectado.

Costos: es el análisis de los costos para la sociedad de un escenario en particular [5].

3. METODOLOGÍA REALIZADA PARA EL CÁLCULO DEL CONSUMO TENDENCIAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL PERIODO 2011-2040.

El método utilizado para esta investigación ha sido, en primer lugar, la observación de la situación actual de la energía en el Paraguay, para lograrlo se han recopilado datos existentes y oficiales de las diferentes instituciones relacionadas al consumo y a la oferta de las diferentes fuentes de energía. En este punto cabe destacar que el nivel de precisión depende de la cantidad y la calidad de información disponible.

Para la realización de las proyecciones del consumo de energía eléctrica hasta el año 2040, los datos fueron extraídos de [3] e introducidos al modelo energético integral elaborado en el entorno LEAP©. Por último, se compararon los resultados obteniendo la validación de los mismos. El estudio considera como año base de simulación el año 2011 y como primer año de aplicación de medidas de eficiencia energética el año 2014, siendo el horizonte de las proyecciones el año 2040.

3.1 Sector de Estudio.

La unidad de análisis del consumo de energía para el sector residencial es la cantidad de hogares, cuya proyección se realizó en base a datos históricos de la encuesta permanente de Hogares, elaborada por la Dirección Nacional de Encuestas, Estadísticas y Censos [7]. Por ende, la proyección del consumo de energía aumentará con los años conforme aumente el número de hogares, que a su vez determinará el crecimiento del parque total de artefactos a nivel país.

Con los datos extraídos del consumo de energía eléctrica desde el año 2011 hasta el año 2040, y teniendo como dato el parque total de artefactos para el año base, asumiendo la hipótesis¹ que la proporción se mantiene, podemos obtener la cantidad de artefactos de cada año hasta el 2040, mediante la siguiente fórmula.

$$E_T (GWH) = L * P * D * Hu$$

¹ Con la hipótesis asumida se tiende a sobrevalorar los valores de ahorro, considerando que es esperado que esta proporción se altere permitiendo mayor penetración de tecnologías eficientes. Considerando que el presente trabajo pretende estimar un “máximo” ahorro posible, este resultado es útil a los fines del presente trabajo.



XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

Donde: ET = Energía neta, L = número de lámparas, P = potencia eléctrica (W), D = 365 días, Hu = horas de utilización.

Los resultados formarán parte de una visión de las posibilidades y las implicaciones (tecnológicas, sociales y económicas) de las medidas de eficiencia energética propuesta.

4. METODOLOGÍA REALIZADA PARA EL CÁLCULO DEL POTENCIAL DE AHORRO EN EL CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL PERIODO 2011-2040.

Conforme a los datos extraídos de las proyecciones de consumo de energía realizadas con el software LEAP®, se realizaron cálculos teóricos partiendo del proyecto de Balance Nacional de Energía Útil 2011 realizado por la FB y FPTI-PY con el fin de estimar el crecimiento del parque de artefactos para cada año, con el objetivo de aplicar medidas que puedan reducir el consumo de electricidad por medio de cambios tecnológicos cuyo acceso puede ser inducido mediante programas gubernamentales que incentiven la migración hacia el uso de equipos más eficientes con notables impactos.

4.1 Potencial de Ahorro en Iluminación.

Conforme al BNEU 2011, el parque total de artefactos de Iluminación para ese año es de es de 11,4 millones de lámparas, lo que da un promedio de 7,06 lámparas por hogar. El 57% del total de lámparas corresponden a fluorescentes tubulares, el 22% del total corresponden a lámparas incandescentes, el 21% a lámparas de fluorescentes compactas (LFC) y con porcentajes muy poco relevantes se encuentran las lámparas a mecha, lámparas a presión y otros tipos de lámparas.

En el caso de las lámparas incandescentes, la mayoría de la electricidad que utiliza calienta un filamento de tungsteno hasta que se ilumina al rojo vivo, por ende, estas lámparas generan más calor que luz, por lo que se le considera ineficiente.

Si bien las lámparas fluorescentes tubulares son más eficientes que las incandescentes, y son de uso corriente en las residencias del Paraguay, el costo de instalación es relativamente elevado y su manipulación puede ser difícil en las instalaciones residenciales.

Las LFC, desde su aparición, tienen una participación importante dentro de los usos de iluminación en el sector residencial, esto se debe a las numerosas ventajas que posee con respecto a las lámparas fluorescentes e incandescentes tales como: menor consumo de energía eléctrica, dando como resultado el mismo nivel de iluminación que las otras lámparas que consumen mayor energía (sea cual fuere su potencia), el promedio de vida útil es hasta diez veces mayor con respecto a las lámparas fluorescente e incandescentes y por último la facilidad de manipulación y recambio.

Para el estudio se consideró que el costo de una lámpara incandescente en el año 2014 ha sido de 0,51 USD, el costo para las LFC ha sido de 0,56 USD y el costo para las lámparas fluorescentes tubulares ha sido de 2 USD [8].

Por último, para establecer el ahorro de energía y el costo de la aplicación de esas medidas, es necesario tener en cuenta la cantidad de lámparas a ser reemplazadas con las horas promedio en que trabajarán diariamente; la diferencia de consumo entre las lámparas a ser reemplazadas y las LFC a ser incorporadas definirán los ahorros y costos efectivos.

4.2 Potencial de Ahorro en Conservación de Alimentos.

El mayor consumo de energía eléctrica de los hogares se destina al uso de conservación de alimentos con el 26,5% de consumo con respecto al total [2]. El parque total de artefactos para este uso es de 1,66 millones, donde el 88% corresponde al conjunto de heladeras y heladeras con freezer. La categoría de eficiencia energética de los refrigeradores van desde A++ hasta G, donde se estima, con base a entrevistas realizadas a proveedores de electrodomésticos, datos del BNEU y del uso de electricidad en hogares que para el año 2014 el 38% del conjunto de refrigeradores y refrigeradores con freezer son eficientes (poseen refrigeradores con categoría A, A+ y A++) [9]. Los nuevos refrigeradores más eficientes pueden ahorrar un promedio de 384 KWh/año, y la diferencia en el costo que el propietario tiene que pagar por la compra de un refrigerador eficiente en lugar de comprar uno normal oscila en el orden de 200 USD. Aunque muchos productos de bajo consumo pueden ser más costosos al momento de ser adquiridos, ellos cuestan menos al momento de ser operados durante toda su vida útil. La eficiencia energética en los refrigeradores se da mediante el uso de menos energía por unidad de volumen refrigerado.

4.3 Potencial de Ahorro en Climatización de Ambientes.

La energía eléctrica destinada al uso de Refrigeración y ventilación de ambientes en el sector residencial es del 18,9% del consumo total, en el que existe un total de 645.672 acondicionadores de aire, de los cuales, 67% son eficientes (acondicionadores de aires tipo Split), y el restante a acondicionadores de aire ineficientes que son los acondicionadores de aire de ventana [2]. La medida ha ser aplicada dentro de este uso es la sustitución de los acondicionadores de aire de ventana por acondicionadores de aire tipo Split, atendiendo a que a partir del año 2014 las casas de electrodomésticos han dejado de comercializar este tipo de artefacto, y en el supuesto caso de que existiese, el costo de adquisición tendría el mismo valor que un acondicionador de aire del tipo Split.

4.4 Potencial de Ahorro en Calentamiento de Agua.

Seguido del uso para conservación de alimentos, el segundo mayor consumo de energía eléctrica residencial se destina al uso de calentamiento de agua con el 19,6% del consumo total. El artefacto más difundido en los hogares paraguayos es la ducha eléctrica. Hay un parque estimado de 903.370 unidades y el 51,9% de los hogares tiene al menos un artefacto de este tipo. En los hogares que disponen de este artefacto, el promedio es de 1,08 artefactos por hogar. En el caso de los termotanques eléctricos, el parque estimado es de 66.143 unidades y el 3,4% de los hogares disponen al menos de un artefacto con un promedio de 1,20 artefactos por hogar [2].

Según la base de datos del BNEU 2011, la potencia promedio de una ducha eléctrica es de 4400W, y la potencia promedio de los termo tanques eléctricos es de 1500W, siendo el promedio de uso de dos horas diarias, encontramos así que la energía anual ahorrada es de 2117 KWh por cada artefacto a ser reemplazado.

Al igual que los refrigeradores el cambio a esta tecnología más eficiente supone un costo de aproximadamente 100 USD, que se compensa con la disminución del consumo de energía eléctrica a lo largo de su vida útil.

El costo de inversión para expandir el sistema en 1 MW de potencia instalada es considerado igual a 4,00 MUSD (millones de dólares), considerando los costos en generación, transmisión y distribución [8].

5. RESULTADOS

Con las medidas de eficiencia citadas anteriormente, aplicadas desde el año 2014, se ha logrado un ahorro acumulado² de 47.333,50 GW/h. En la figura 1 podemos observar la diferencia entre el consumo tendencial sin ninguna medida de eficiencia aplicada y el escenario donde todas las medidas de eficiencia fueron aplicadas al patrón de consumo.

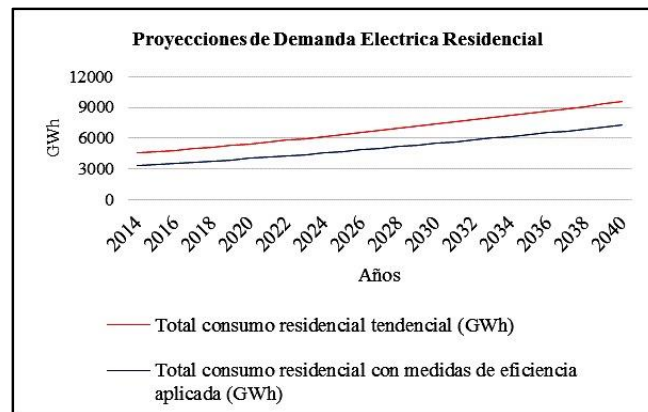


Fig. 1. Proyecciones de Demanda de Energía Eléctrica Residencial desde el año 2014 hasta el año 2040.

El crecimiento del consumo de energía eléctrica dentro del sector residencial es directamente proporcional al crecimiento del número de hogares, aumentando de forma conservadora, sin mayores cambios.

Para el cálculo de las potencias máximas desplazadas con sus recursos necesarios evitados como así también los costos de energía ahorrada se ha tomado como referencia la tesis doctoral “An Estimation of Energy Savings and GHG.

Emissions Reduction Potential in the Electricity Sector of Latin American and the Caribbean Countries” [4]. Donde podemos observar lo siguiente:

5.1 Resultados del Potencial de Ahorro en Iluminación.

Luego de realizar los cálculos con las consideraciones mencionadas y las proyecciones para el periodo 2014-2040, se presenta en la Tabla II, los principales resultados obtenidos con la aplicación de medidas de eficiencia energética para el consumo de energía eléctrica dentro en los usos de iluminación residencial (sustitución de lámparas incandescentes y fluorescentes tubulares por lámparas fluorescentes de bajo consumo), se observa en la Tabla II.

² El ahorro acumulado consiste en la suma de los ahorros que se dan en cada año, donde, para el año base se procedió a la sustitución de todos los artefactos ineficientes de una vez, y por cada año según el crecimiento de estos con el fin de obtener el mayor potencial de ahorro.

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

Tabla II. Principales resultados obtenidos mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en la iluminación residencial

Total de lámparas CFL comprado (miles) 2014-2040	22,305
Costo total del ahorro en el consumo de electricidad (MUSD) 2014-2040	293,35
Costo total LFCS+ intercambio (MUSD) 2014-2040	69,11
Costo total ahorrado en lámparas incand. + fluoresc. tub (MUSD) 2014-2040	24,40
Marketing (1USD/1 lámpara cambiada)MUSD 2014-2040	22,31
Costo total del ahorro en eficiencia energética (MUSD) 2014-2040	226,34
Total de ahorro en energía (GWh) 2014-2040	8.565,44
Potencia máxima desplazada (MW) en 2040	95,47
Recurso necesario evitado (MUSD) 2014-2040	381,87

Esta medida de eficiencia energética contribuye con el 18,1% del total de ahorro de energía obtenido.

5.2 Resultados del Potencial de Ahorro en Conservación de Alimentos.

La medida de eficiencia aplicada para la disminución del consumo de energía eléctrica para el uso en conservación de alimentos ha sido la sustitución de refrigeradores de baja eficiencia (categoría B hasta G) por refrigeradores eficientes (categoría A). Los principales resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla III.

Tabla III. Principales resultados obtenidos mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en conservación de alimentos residencial.

Total de refrigeradores comprados (miles) 2014-2040	2.363
Costo total del ahorro en el consumo de electricidad (MUSD) 2014-2040	632,95
Costo total extra con refrigeración eficiente (MUSD) 2014-2040	304,89
Costo total del ahorro en eficiencia energética (MUSD) 2014-2040	328,06
Total de ahorro en energía (GWh) 2014-2040	18.647
Potencia máxima desplazada (MW) en 2040	138,12
Recurso necesario evitado (MMUS\$) 2014-2040	552,48

XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016

Esta medida de eficiencia energética es la segunda que mayor contribución aporta al ahorro de energía total que se ha obtenido, con un 39% de ahorro con respecto al total.

5.3 Resultados del Potencial de Ahorro en Climatización de Ambientes.

Los principales resultados obtenidos de la aplicación de la medida de eficiencia energética planteada para la disminución del consumo de energía eléctrica destinada a la climatización de ambientes en el sector residencial (sustitución de acondicionadores de aire de ventana por los acondicionadores de aire tipo split) se pueden observar en la Tabla IV.

Tabla IV. Principales resultados obtenidos mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en climatización de ambientes.

Total A/C eficiente comprados (miles) 2014-2040	587
Costo total del ahorro en el consumo de electricidad (MUSD) 2014-2040	13,23
Costo total extra con A/C eficiente (MUSD) 2013-2030	0.00
Costo total del ahorro en eficiencia energética (MUSD) 2014-2040	13,23
Total de ahorro en energía (GWh) 2014-2040	394,49
Potencia máxima desplazada (MW) en 2040	10,06
Recurso necesario evitado (MMUS\$) 2014-2040	40,24

Esta medida de eficiencia energética contribuye con el 2% del total de ahorro de energía obtenido. Cabe destacar que ya es muy limitada la venta los acondicionadores de aire de ventana, y en el supuesto caso de que existiese, el costo de adquisición tendría el mismo valor que un acondicionador de aire del tipo Split.

5.4 Resultados del Potencial de Ahorro en Calentamiento de Agua.

Finalmente, los principales resultados obtenidos de la aplicación de la medida de eficiencia energética planteada para la disminución del consumo de energía eléctrica destinada al calentamiento de agua en el sector residencial (sustitución de las duchas eléctricas por termotanques eléctricos) se pueden observar en la Tabla IV.

Tabla IV. Principales resultados obtenidos mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en calentamiento de agua.

Total de Termotanques eléctricos comprados (miles) 2014-2040	2.704
Costo total del ahorro en el consumo de electricidad (MUSD) 2014-2040	660,00
Costo total de Termotanques eléctricos (MUSD) 2014-2040	167,17
Costo total de Duchas Eléctricas (MUSD) 2014-2040	20,06
Marketing (1US\$/1Termotanque)MUSD 2014-2040	2,70
Costo total del ahorro en eficiencia energética (MUSD) 2014-2040	510,19
Total de ahorro en energía (GWh) 2014-2040	19.726,56
Potencia máxima desplazada (MW) en 2040	459,75
Recurso necesario evitado (MMUS\$) 2014-2040	1.839

Esta medida de eficiencia energética es la que mayor contribución aporta al ahorro de energía total que se ha obtenido, con un 42% de ahorro con respecto al total.

5.5 Resultados del Potencial de Ahorro Total en el Sector Residencial.

La suma de los valores de las medidas de eficiencia aplicada para cada uno de los usos dentro del sector residencial del Paraguay nos muestra como resultado lo expuesto en la Tabla V.

Tabla V. Principales resultados obtenidos mediante la aplicación de medidas de eficiencia energética en el sector residencial.

Total de ahorro en energía con medidas de eficiencia aplicada (GWh) 2014-2040	47.333,50
Costo total del ahorro en eficiencia energética (MUSD) 2014-2040	1077,81
Potencia máxima desplazada (MW) en 2040	703,40
Recurso necesario evitado (MMUS\$) 2014-2040	2.813,59



**XII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
25 y 26 de Agosto de 2016**

El ahorro total acumulado para el año 2040 sería de un 25% del total, con respecto al consumo tendencial de energía eléctrica en el sector residencial.

6. CONCLUSIONES

El trabajo ha estimado el potencial de ahorro en el sector residencial del Paraguay. Estos ahorros de la energía eléctrica implican una reducción o al menos posponer inversiones necesarias tanto en generación, como en transmisión y distribución. El análisis del impacto en el consumo de energía eléctrica nos permite considerar la implementación de estrategias viables orientadas a promover el uso eficiente de la energía para el sector residencial. Todo esto podría facilitar la fijación de metas de ahorro de energía y posibilita la definición de lineamientos para la implementación de medidas inmediatas, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos, con miras a la formulación de un Programa Nacional de Eficiencia Energética en el Paraguay.

El resultado global obtenido nos muestra que existe un gran potencial de ahorro con las medidas de eficiencia aplicadas en el sector residencial con el 25% con respecto al consumo tendencial (crecimiento del consumo de cada año sin que sea aplicada ninguna medida de eficiencia), alcanzando así un ahorro energético acumulado de 47.333,50 GWh, con su equivalente en 1.077,81 MUSD de ahorro económico. Cabe destacar que todas las medidas de eficiencia aplicadas contribuyen también a una importante potencia desplazada que evita gastos de recursos necesarios. En ese punto podemos observar que la máxima potencia desplazada con medidas de eficiencia aplicadas es de 703,40 MW al año 2040, que posibilita un ahorro económico de 2.813,59 MUSD

Todos estos ahorros son obtenidos desde el lado de la demanda de los hogares, sin embargo el 25% de ahorro representa una gran cantidad de ahorro económico que se podrían destinar a otros propósitos.

Cabe mencionar que todas las medidas de eficiencias aplicadas son simples, es decir, no suponen grandes cambios en la instalación eléctrica de los hogares, entonces podría ser adoptada por los consumidores sin ningún incentivo o legislación especial; pero sí con planes de educación, concienciación e información permanente.



BIBLIOGRAFIA

- [1] Viceministerio de Minas y Energía, “Balance Energético Nacional 2014”. Asunción, PY: VMME, 2015.
- [2] R.Amarilla, E.Buzarquis, J.Domanizcky, B.Barán y G.Blanco, “Analysis of the Energy Sector of Paraguay. Energy Balance in terms of useful energy in 2011”, en la Trigésima Quinta Convención de Centroamérica y Panamá del IEEE, CONCAPAN XXXV, Honduras, 2015.
- [3] Itaipú Binacional, Fundación Parque Tecnológico Itaipú, “Elaboración de la Prospectiva Energética para la República del Paraguay 2013-2040”. Asunción, PY: 2015.
- [4] F. Yépez, “An Estimation of Energy Saving and GHG Emissions Reduction Potential in the Electricity Sector of Latin American and the Caribbean Countries”. Quito, EC: Faculty of Graduate Studies, 2003.
- [5] LEAP, “Manual del Usuario para la versión 2004”, p. 1.
- [6] Di Sbroiavacca, “El modelo LEAP, principales características y especificación para la prospectiva energética”. 2011, p. 15.
- [7] Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos “Encuesta Permanente de hogares”. Fernando de la Mora, PY. Tech. Rep. 04-14, 2004..
- [8] E.Riveros, F.Salinas, D.Valdéz, V.Oxilia, G.Blanco y G.Cazal, “Estimación del Potencial de ahorro de energía eléctrica basado en la mejora en la eficiencia energética del sector residencial del Paraguay”, en XVI ERIAC, Iguazú, Argentina, 2015.
- [9] D. Valdéz, K. Balbuena, E. Riveros, G. Blanco, “Análisis del Impacto de Implementación de Políticas Energéticas Sustentables a Nivel Residencial en la República del Paraguay”, en el XI Seminario del Sector Eléctrico Paraguayo, Asunción, Set. 2014.