

# **Estrategias para el Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en el Sector Residencial: Estudio de Impacto y Viabilidad**

Proyecto Integrador Final

Materia: (10.01) Proyecto Final de Ingeniería Industrial



**Fernando Diaz**

fdiaz@itba.edu.ar

**Juan Migone**

jjmigone@gmail.com

**Santiago Bisso Urrutigoity**

sbissour@itba.edu.ar

Julio, 2017

## **Tabla de contenidos:**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1: EL SECTOR ELÉCTRICO ARGENTINO.....</b>	<b>5</b>
<i>Comienzos del Sector Eléctrico Argentino .....</i>	<b>5</b>
<i>Ley 24.065: Nuevo Régimen del Sector Eléctrico Argentino .....</i>	<b>6</b>
<b>Actividades del Mercado Eléctrico Argentino .....</b>	<b>6</b>
<b>Agentes del Mercado Eléctrico Argentino.....</b>	<b>7</b>
<b>CAMMESA - ENRE .....</b>	<b>9</b>
<b>Comercialización de Energía.....</b>	<b>9</b>
<i>Consecuencias de la Ley 24.065 .....</i>	<b>11</b>
<b>Crisis del 2001 .....</b>	<b>11</b>
<b>Reactivación Económica .....</b>	<b>12</b>
<i>Situación actual del sector .....</i>	<b>14</b>
<b>Potencia Instalada .....</b>	<b>14</b>
<b>Generación de Energía.....</b>	<b>17</b>
<b>Demanda de Energía .....</b>	<b>17</b>
<b>Compañías generadoras.....</b>	<b>19</b>
<b>Compañías transportistas .....</b>	<b>19</b>
<i>Tarifas en el sector eléctrico.....</i>	<b>21</b>
<b>La regulación tarifaria.....</b>	<b>21</b>
<b>Medidas post crisis 2001 .....</b>	<b>22</b>
<b>Evolución del gasto público .....</b>	<b>22</b>
<i>Enfoque del trabajo .....</i>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 2: ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL .....</b>	<b>26</b>
<i>Estrategia 1: Asistente virtual de ahorro energético .....</i>	<b>27</b>
<i>Estrategia 2: Cargas fantasma .....</i>	<b>31</b>
<i>Estrategia 3: Disminución de la Energía Necesaria para Climatizar Hogares mediante la Correcta Aislación de Viviendas .....</i>	<b>36</b>
<b>Planteo de estrategia .....</b>	<b>36</b>

Energía necesaria para calefacción.....	36
Energía necesaria para refrigeración .....	43
Consumo de energía eléctrica en calefacción .....	44
Consumo de energía eléctrica en refrigeración .....	47
Ahorro de energía eléctrica .....	49
<i>Resumen de Estrategias .....</i>	<b>51</b>
<i>Proyección de la demanda .....</i>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO 3: VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS .....</b>	<b>55</b>
<i>Introducción .....</i>	<b>55</b>
<i>Stakeholders .....</i>	<b>56</b>
1) Estado.....	57
2) Consumidor Final .....	59
3) Distribuidoras .....	60
4) Bancos/Entidades Financiera.....	61
5) Industria de la Construcción.....	62
6) Generadores.....	62
7) Transportistas.....	62
<i>Resumen de viabilidad de aplicación de estrategias .....</i>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>67</b>
1. <i>Datos e información utilizada para el cálculo del coeficiente “G” .....</i>	<b>67</b>
A. <i>Transmitancia térmica K de sistemas constructivos elegidos: .....</i>	67
B. <i>Tipos de muros por región: .....</i>	68
C. <i>Dimensiones de las viviendas tipo: .....</i>	68
D. <i>Ejemplo de planilla establecida por la norma IRAM 11604 para el cálculo del coeficiente de pérdidas G: .....</i>	69
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>

## **RESUMEN**

Hoy en día el país se encuentra en una compleja situación en el plano energético fruto de varios cambios de gobierno, políticas orientadas al corto plazo y la falta de un plan energético integrado que tenga en cuenta el interés general del país y no el beneficio de un sector o de un grupo.

Las dificultades para satisfacer el creciente aumento de la demanda energética y la necesidad de limitar el crecimiento del gasto público de los últimos años generaron un impacto directo en los consumidores finales mediante el aumento de las tarifas, cuyos valores permanecieron congelados durante la última década.

Para atacar esta problemática es sin duda necesario un conjunto de políticas que involucren a los distintos actores del sector y que estén orientadas en pos de un plan energético de largo plazo.

Es importante entender que, para lograr satisfacer la demanda energética del país, será tan importante el desarrollo de su capacidad de generación como también el desarrollo de la eficiencia en la utilización de la energía generada.

En este trabajo dejamos de lado el desarrollo de la capacidad de generación energética del país para centrarnos en la utilización eficiente de la energía. Entendemos que este frente es menos visible y por lo tanto menos considerado a la hora de analizar la problemática energética pero no por eso menos importante.

El objeto de análisis de este trabajo será desarrollar estrategias para la utilización eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial.

En la primera parte se describe la situación actual del sector eléctrico argentino, así como los hechos y políticas más importantes que influyeron en la situación energética que vive el país hoy en día.

En la segunda parte, se presentan y desarrollan las tres estrategias propuestas cuantificando su impacto.

En la tercera parte se realiza un análisis de viabilidad de aplicación de las estrategias mediante el estudio de los actores involucrados o stakeholders.

Finalmente se da cierre al trabajo mediante la presentación de las conclusiones.

## **SUMMARY**

Nowadays, our country is in a complex energetic situation due to constant government changes, short-term energy policies, and the lack of an integral plan focused on energetic development rather than the economic interests of a group.

The difficulties to satisfy the increasing energetic demand and the necessity to stop the increasing public expenditure from the last years are generating a direct impact on final consumers energetic rates, which have been frozen since 2001.

To deal with this issue, the government must promote several energetic policies aligned with a long term energetic plan, involving the different entities of the electric sector.

It is important to understand that, to satisfy the electric demand of the country, developing the energy generation capacity may be as important as developing the efficiency in the use of electricity.

In this paper, we leave the energy capacity development aside, in order to focus on the efficient use of the electricity. This approach to our energetic issue is less visible, but may also cause a significant impact.

In this paper, we present and develop different strategies for an efficient electricity use in the residential sector.

In the first section, Argentina electric sector is described as well as the different facts and policies which had contribute to the actual energetic situation.

In the second section, three strategies for the efficient electricity use are presented and developed, quantifying their impact.

In the third section, a feasibility study is done analyzing the different stakeholders involved.

Lastly, the paper finishes with the presentation of the work conclusions.

# **CAPÍTULO 1: EL SECTOR ELÉCTRICO ARGENTINO**

## **Comienzos del Sector Eléctrico Argentino**

El sector eléctrico en Argentina constituye uno de los mercados energéticos más importantes de América Latina. La Argentina fue uno de los países en comenzar a utilizar redes que convirtieron a la distribución de energía en servicio público.

La provisión de electricidad en nuestro país se remonta a fines del siglo XIX, en sus orígenes la oferta eléctrica se concentraba en la Ciudad de Buenos Aires y sus alrededores y progresivamente se fue extendiendo al resto del país. El primer suministro público se llevó a cabo en 1887 y fue destinado al alumbrado público de la Ciudad.

El Gobierno Nacional comenzó a participar en el sector eléctrico en 1946 con la creación de Centrales Eléctricas del Estado, un organismo establecido para construir y operar centrales generadoras de energía eléctrica.

De aquí al día de la fecha el sistema eléctrico nacional atravesó distintas etapas. Hasta el año 1980 se caracterizó por una expansión impulsada por la creciente demanda generada por un fuerte proceso de industrialización de todo el sector económico y la apertura hacia el interior del país.

Se fueron creando y se desarrollando empresas en las que coexistían actividades de generación, transporte y distribución. En 1947 el Gobierno Nacional creó Agua y Energía Eléctrica S.A. (AyEE), para desarrollar un sistema de generación, transporte y distribución de energía hidroeléctrica para la Argentina.

En 1962 otorgó una concesión a Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires (SEGBA) para la generación y distribución de electricidad en Buenos Aires y en 1967 otorgó una concesión a Hidroeléctrica Norpatagónica S.A. (HIDRONOR) para la construcción y operación de una serie de plantas de generación hidroeléctrica.

A partir de 1980 la difícil situación económica del país generó una baja en el consumo de energía eléctrica. A su vez el sistema energético se fue deteriorando, reduciendo su capacidad, operando de manera ineficiente, con errores de planificación y excesivo endeudamiento. Hacia 1989 estalló una grave crisis de abastecimiento caracterizada por significativos cortes programados en todo el Sistema Interconectado Nacional y dificultades para satisfacer la demanda.

## **Ley 24.065: Nuevo Régimen del Sector Eléctrico Argentino**

En 1991 se generó una importante transformación en el Sector Eléctrico Argentino. Como parte del plan económico del ex presidente Carlos Menem, el Gobierno Nacional comenzó un proceso de privatización de las principales industrias estatales. Esto impactó directamente en el sector eléctrico, ya que prácticamente todo el suministro estaba controlado por el estado a través de las empresas nacionales AyEE, SEGBA e HIDRONOR.

Hasta ese entonces, el sector se había caracterizado por un esquema de integración vertical de las tres etapas del proceso, generación, transporte y distribución, y era operado por empresas públicas, mientras la Secretaría de Energía se encargaba de la planificación y regulación.

A partir de 1992, con la aprobación de la Ley 24.065, se estableció el marco regulatorio para la privatización y reestructuración del sector con el objetivo de modernizarlo promoviendo la eficiencia, competencia, mejora en la calidad del servicio y promoción de la inversión privada.

### ***Actividades del Mercado Eléctrico Argentino***

Bajo el Artículo 1º de la Ley 24.065, el sector eléctrico nacional quedó dividido en tres actividades bien diferenciadas:

**Distribución** – *“Atribuyese el carácter de servicio público a la actividad de distribución de energía eléctrica por su condición de monopolio natural. Su regulación deberá consistir en la fijación de las tarifas a aplicar y en el control de la calidad de la prestación del servicio.”*<sup>1</sup>

**Transporte** – *“Caracterizase a la actividad de transporte como un servicio público por su naturaleza monopólica. No obstante, lo cual, comparte las reglas propias del mercado por las particularidades que presenta en lo atinente a su expansión. Tales condiciones deberán ser tenidas en cuenta por la Secretaria de Energía Eléctrica al establecer la regulación específica de tal actividad y por el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) al ejercer las funciones que le asigna la Ley N.24.065.”*<sup>2</sup>

**Generación** – *“La actividad de generación de energía eléctrica por responder al libre juego de la oferta y la demanda debe ser sólo regulada en aquellos aspectos y circunstancias que afecten el interés general.”*<sup>3</sup>

Entonces, el nuevo marco legal definió a los servicios de transporte y distribución de electricidad como servicios públicos y monopolios naturales. De esta forma, dichas actividades se encuentran completamente reguladas por el Gobierno Nacional y requieren de una concesión.

---

<sup>1</sup> Artículo 1º, Ley N° 24.065. Boletín Oficial de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 16 de enero de 1992.

<sup>2</sup> Ídem 1.

<sup>3</sup> Ídem 1.

Si bien los contratos de concesión para con los distribuidores no imponen parámetros de inversión específicos, los distribuidores deben conectar todo nuevo cliente que así lo requiera, afrontando de esta manera todo incremento en la demanda.

Por el contrario, el segmento de generación eléctrica, si bien regulado por el Gobierno, no es considerado monopólico y se encuentra sujeto a libre competencia de nuevos participantes en el mercado. Nuevos proyectos de generación no requieren de una concesión, pero deben ser registrados ante la Secretaría de Energía.

### ***Agentes del Mercado Eléctrico Argentino***

Por otro lado, la Ley reconoce cuatro agentes capaces de participar en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Estos son los siguientes:

**Generador** – *“Se considera generador a quien, siendo titular de una central eléctrica adquirida o instalada en los términos de esta ley, o concesionarios de servicios de explotación de acuerdo al artículo 14 de la ley 15.336, coloque su producción en forma total o parcial en el sistema de transporte y/o distribución sujeta a jurisdicción nacional.”*<sup>4</sup>

Los generadores son empresas que explotan plantas de generación de electricidad, vendiendo su producción ya sea en forma parcial o total a través del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

**Transportista** – *“Se considera transportista a quien, siendo titular de una concesión de transporte de energía eléctrica otorgada bajo el régimen de la presente ley, es responsable de la transmisión y transformación a ésta vinculada, desde el punto de entrega de dicha energía por el generador, hasta el punto de recepción por el distribuidor o gran usuario, según sea el caso.”*<sup>5</sup>

La actividad de transporte en la Argentina está subdividida en dos sistemas: el Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión (STAT), que opera a 500kV y transporta energía eléctrica entre regiones, y el sistema de distribución troncal (STDT), que opera a 132/220kV y conecta generadores, distribuidores y grandes usuarios dentro de la misma región. Transener es la única compañía a cargo del STAT, y existen seis compañías regionales dentro del STDT (Transcomahue, Transnoa, Transnea, Transpa, Transba y Distrocuyo).

**Distribuidor** – *“Se considera distribuidor a quien, dentro de su zona de concesión es responsable de abastecer a usuarios finales que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente.”*<sup>6</sup>

Los distribuidores son empresas que poseen una concesión para distribuir energía eléctrica a los consumidores, con el deber principal de suministrar toda la demanda de electricidad en su área de concesión exclusiva, a un precio “tarifa” y en virtud de condiciones establecidas en la normativa. Las tres compañías de distribución que se desprendieron de

---

<sup>4</sup> Artículo 5º, Ley N° 24.065. Boletín Oficial de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 16 de enero de 1992.

<sup>5</sup> Artículo 7º, Ley N° 24.065. Boletín Oficial de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 16 de enero de 1992.

<sup>6</sup> Artículo 9º, Ley N° 24.065. Boletín Oficial de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 16 de enero de 1992.

SEGBA (EDENOR, EDESUR y EDELAP) representan más del 45% del mercado de energía eléctrica en la Argentina. Sólo unas pocas compañías de distribución (Empresa Provincial de Energía de Córdoba, Empresa de Energía de Santa Fe, Energía de Misiones, etc.) permanecen en manos de gobiernos provinciales y cooperativas. Edelap fue transferida a la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires.

Cada distribuidor suministra electricidad y opera la red de distribución de una zona geográfica concreta en virtud de una concesión. En cada concesión se establece, entre otras cosas, el área de concesión, la calidad del servicio requerido, las tarifas que pagan los consumidores y el alcance de la obligación para satisfacer la demanda. El ENRE supervisa el cumplimiento de los distribuidores a nivel federal, y proporciona un mecanismo de audiencias públicas en las que las quejas contra los distribuidores pueden ser escuchadas y resueltas. A su vez, los organismos reguladores provinciales controlan el cumplimiento de distribuidores locales con sus respectivas concesiones y con los marcos normativos locales.

**Gran Usuario** – *“Se considera gran usuario a quien contrata, en forma independiente y para consumo propio, su abastecimiento de energía eléctrica con el generador y/o el distribuidor. La reglamentación establecerá los módulos de potencia y de energía y demás parámetros técnicos que lo caracterizan.”*<sup>7</sup>

El mercado mayorista de electricidad clasifica los grandes usuarios de energía en cuatro categorías con las siguientes características cada una:

- ❖ **Grandes Usuarios Mayores (GUMAs)** - Potencia mínima demandada 1MW; contrato de abastecimiento como mínimo por el 50% de la demanda prevista; compra la demanda restante en el Mercado Spot; vinculación directa o indirectamente a la red de transporte.
- ❖ **Grandes Usuarios Menores (GUMEs)** - Potencia mínima demandada 100kW; potencia máxima demandada 2.000kW; contrata demanda de energía total leída; no tiene relación directa con CAMMESA.
- ❖ **Grandes Usuarios Particulares (GUPAs)** - Potencia mínima demandada 50kW; potencia máxima demandada 100kW; contrata demanda de energía total leída; no opera en el Mercado Spot; no tiene relación directa con CAMMESA.
- ❖ **Grandes Usuarios de la Distribuidora (GUDIs)** - Es un usuario alcanzado por la Res. SE 1281/06; compra su abastecimiento a través de la distribuidora; potencia mínima demandada 300kW; puede contratar con uno o más generadores su demanda total leída a través de la distribuidora (quien formaliza el contrato por cuenta y orden del GUDI); en caso de contratar con un generador; no opera en el Mercado Spot; no tiene relación directa con CAMMESA.

---

<sup>7</sup> Artículo 10º, Ley N° 24.065. Boletín Oficial de la República Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 16 de enero de 1992.

***CAMMESA - ENRE***

Existen otras dos instituciones de gran importancia para el funcionamiento del sector. De acuerdo con lo previsto en el Art. 35 de la Ley 24.065, el Decreto 1192/92 dispuso la creación de Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico SA (CAMMESA) sobre la base del Despacho Nacional de Cargas. Sus funciones principales comprenden:

- Determinar el despacho técnico y económico del SADI, maximizando la seguridad del sistema y la calidad de los suministros, y minimizando los precios mayoristas en el Mercado Spot de energía eléctrica.
- Planificar las necesidades de potencia y optimizar su aplicación de acuerdo con reglas que fije la Secretaría de Energía.
- Supervisar el funcionamiento del Mercado Spot y administrar el despacho técnico de los contratos que se celebren en dicho mercado.
- Compra y venta de energía eléctrica desde o al exterior, realizando las operaciones de importación y exportación consecuentes, así como la generada por entes binacionales.

El paquete accionario de CAMMESA es propiedad de los Agentes del Mercado Mayorista Eléctrico en un 80%. El 20% restante está en poder del ministerio público que asume la representación del interés general y de los usuarios cautivos. El 80% señalado se integra en partes iguales por los Agentes Generadores, Transportistas, Distribuidores y Grandes Usuarios con un 20% de participación cada uno.

Por otro lado, para controlar que la actividad del sector se ajuste a los principios y disposiciones establecidas en el ordenamiento legal, la Ley 24.065 creó el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), con las siguientes funciones básicas:

- Controlar el cumplimiento de las obligaciones fijadas en los contratos de concesión de los servicios de transporte y distribución de orden Nacional.
- Vigilar, fiscalizar y controlar la adecuada prestación de los servicios pudiendo imponer las sanciones que prevé la Ley.
- Prevenir conductas anticompetitivas.
- Establecer las bases para el cálculo de las tarifas en las concesiones de orden nacional, fijarlas si corresponde y controlar su correcta aplicación.
- Determinar las bases para el otorgamiento de concesiones de transporte y distribución.
- Reglamentar el procedimiento de sanciones y su correspondiente aplicación.

***Comercialización de Energía***

La comercialización de energía dentro del MEM se efectúa a través de tres formas diferentes:

- ❖ **Mercado Spot:** Donde los precios varían en forma horaria de acuerdo con la variación de la demanda y a la disponibilidad de los equipos que haya en cada momento. El ingreso de máquinas para abastecer la demanda se hace con un orden

prioritario de costos, es decir, entran en servicio primero las más económicas hasta cubrir la potencia más la reserva y las que no son requeridas quedan sin operar. En este mercado existe un reconocimiento para la energía en función de los costos de los combustibles y otro para la potencia que representa los costos fijos.

❖ **Mercado Estacional:** Se definen dos períodos semestrales en el año, con fechas de comienzo el 1° de Mayo y el 1° de Noviembre relacionados con las épocas de hidraulicidad. En cada período estacional se define un precio estabilizado de energía, en función de lo que se espera costará durante esos seis meses. Los distribuidores compran a ese precio y las diferencias con respecto a los precios reales que se produjeron en el Mercado Spot, se cargan al período siguiente.

❖ **Mercado a Término:** Se establece entre un generador y un distribuidor o gran usuario con la firma de un contrato. Se determinan las condiciones de entrega de energía y de pago, como así también los plazos de vigencia y los resarcimientos de una de las partes por incumplimiento de la otra. Los precios se pactan libremente.

En otras palabras, el Mercado Eléctrico Mayorista quedó organizado de la siguiente manera: dos mercados y un sistema de estabilización de precios para distribuidores. A partir del siguiente gráfico se explica la dinámica de comercialización:

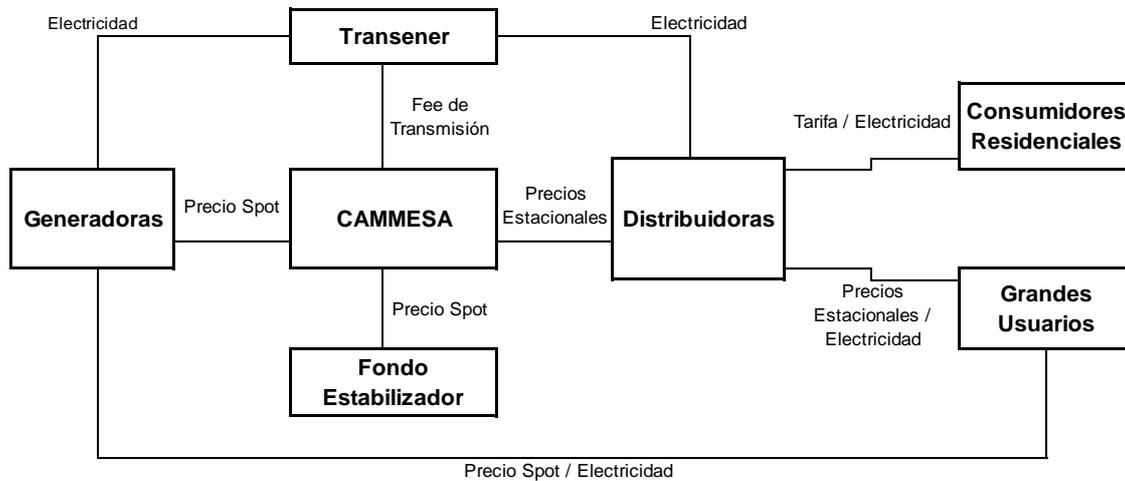


Figura 1. Diagrama del Mercado Eléctrico Mayorista.

En el *mercado spot*, CAMMESA paga la energía a los generadores térmicos a un precio que varía hora a hora y representa el costo económico de generar el próximo KWh, utilizando una lista de mérito con el costo medio de producción de corto plazo de cada unidad generadora, más un diferencial por potencia que remunera la expansión de la capacidad. Quienes logren obtener la energía más barata obtendrán mayores beneficios.

Transener SA transporta la energía del generador al distribuidor y recibe el pago por parte de CAMMESA por el servicio prestado de acuerdo al contrato de concesión correspondiente.

Los distribuidores por su parte pagan a CAMMESA la energía brindada por Transener SA a un *precio estabilizado* que es el que se espera costará en promedio en el período en cuestión en el mercado spot. CAMMESA mediante la administración de un fondo estabilizador mantiene las diferencias existentes entre los precios spot y el que pagan los distribuidores. Los períodos son de seis meses.

En el *mercado a término* se vinculan directamente generadores y distribuidores o grandes usuarios mediante contratos en los cuales se pacta el precio libremente y se determinan las condiciones de entrega, pago, plazos de vigencia y resarcimientos por incumplimiento.

Finalmente, los usuarios pagan a los distribuidores una *tarifa eléctrica regulada*, sobre la cual entraremos en detalle más adelante.

### **Consecuencias de la Ley 24.065**

La crisis sufrida por el sistema eléctrico durante la década de los 80 sirvió como justificativo para la ya mencionada transformación del sector en el año 1991. Durante la convertibilidad se terminó de desarticular el modelo de regulación estatal del sector energético.

Mediante la privatización y los cambios profundos en la regulación cambió la dinámica del sector. Ahora las inversiones en el sector dependían de la iniciativa, intereses y posibilidades de rentabilidad del sector privado abandonando el estado la planificación a largo plazo.

De esta manera las inversiones realizadas eran predominantemente centrales térmicas, las cuales requieren de una inversión menor y tienen un período de repago menor. Para tener una idea, una central térmica de ciclo combinado tiene la capacidad de empezar a generar en un año, mientras que una central nuclear o una central hidroeléctrica requieren de seis o siete años.

Por otro lado, la mayoría se concentró en la zona del Comahue y el NOA dónde se podía aprovechar la disponibilidad de gas a bajo costo y en el GBA aprovechando la capacidad ociosa de los gasoductos en épocas templadas.

A su vez gran parte de las compañías que compraron las empresas del sector fueron extranjeras, lo que redujo el desarrollo de tecnología local.

Durante este período se incrementó la capacidad instalada mediante el vínculo del sector con la producción gasífera, incrementando la dependencia del país en hidrocarburos, desalentando la diversificación de la matriz energética y el desarrollo tecnológico local.

### ***Crisis del 2001***

Hacia fines de la década de los 90, el país comenzó a entrar en un período de recesión culminando en la crisis de fines de 2001 y principios de 2002. A partir de esta fuerte crisis se

produjeron importantes cambios en las políticas económicas que impactaron directamente en el sector. Estos fueron los siguientes:

- Se convirtió las tarifas de electricidad de dólares a pesos a razón de un peso por dólar.
- Se congelaron los márgenes de distribución y transmisión regulados.
- Se quitó la posibilidad de ajuste de precios y mecanismos de actualización por inflación de las concesiones de las empresas de servicio público.
- Se facultó al Poder Ejecutivo a renegociar los contratos y tarifas de las empresas de servicios públicos.
- Se determinó que la fijación del precio spot de la electricidad en el MEM sea en base al precio del gas natural, regulado por el gobierno, independientemente del combustible utilizado para la generación.

Estas medidas sumadas al fin de la convertibilidad y la devaluación del peso y a los altos índices de inflación ocasionaron un grave impacto en el sector. Muchas empresas que se habían endeudado en moneda extranjera tuvieron que suspender los pagos de la misma posponiendo cualquier tipo de inversión en sus redes.

### ***Reactivación Económica***

Posterior a la caída de la convertibilidad, la economía comenzó a recuperarse repuntando el sector industrial y aumentando los ingresos de la población en general. Esto trajo consigo un aumento de la demanda de energía eléctrica.

En un principio esto no representó problema debido a la capacidad ociosa que se tenía debido al período de recesión del cual venía el país, pero rápidamente fueron necesarias nuevas inversiones para asegurar la expansión del sistema y poder satisfacer la demanda.

Es aquí cuando el estado toma la decisión de intervenir, ante la inacción del sector privado, en pos de lograr el abastecimiento energético a futuro. Fueron varias las medidas tomadas, principalmente destinadas a inversiones en la generación.

En primer lugar, en diciembre de 2004, se anunció la construcción de dos nuevas centrales de ciclo combinado de 800 MW, financiadas con parte de la deuda que el estado mantenía con los generadores privados. Esto no contribuyó a diversificar la matriz energética, pero fue tomado como una primera medida ante la necesidad de aumentar la capacidad en el corto plazo.

Por otro lado, en 2006 se implementó el sistema de Energía Plus. Lo que buscaba esta medida era fomentar las inversiones para aumentar la capacidad de generación. Para esto se les pagaría a aquellas empresas que entreguen “nueva energía”, es decir energía a partir de aumentos de capacidad, a un precio superior al de la “vieja energía”.

En cuanto a la planificación a largo plazo, el estado retomó su participación en proyectos de grandes obras y orientado también a diversificar la matriz energética.

Entre otras promovió la construcción de una central de carbón en Río Turbio, y la terminación de la central hidroeléctrica binacional de Yacuyretá y a partir de 2006 reactivó las

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

inversiones en energía nuclear, clave por su bajo costo y baja tasa de fallas. Entre las obras de energía nuclear se encuentra la terminación de Atucha II que se encuentra actualmente en período de prueba y cuenta con una potencia instalada de 750 MW.

Por último, también se impulsó el desarrollo de energías renovables, concretamente mediante el ENARSA, a partir del programa GENREN mediante el cual se ofrecieron contratos para comprar 1.100 MW provenientes de distintos tipos de fuentes renovables, eólica principalmente.

## Situación actual del sector

### *Potencia Instalada*

El Sector Eléctrico Argentino cuenta a abril 2017 con una potencia instalada de 34.573 MW. Se entiende por potencia instalada a la potencia efectiva de agentes generadores y cogeneradores con habilitación comercial.

La siguiente tabla corresponde al informe mensual de CAMMESA de abril 2017. En ella se muestra la potencia instalada por región y tipo de combustible todo expresado en MW.

Capacidad Instalada de Potencia en MW - Abril 2017						
Área	Térmica	Nuclear	Hidráulica	Eólica	Solar	Total
Centro	1,345	648	918			2,911
Comahue	1,688		4,762			6,450
Cuyo	584		1,136		8	1,728
GBA - Litoral - BA	13,707	1,107	945			15,759
NEA	336		3,100			3,436
NOA	2,415		219	58		2,692
Patagonia	383		519	137		1,039
Generación móvil	558					558
<b>SADI</b>	<b>21,016</b>	<b>1,755</b>	<b>11,599</b>	<b>195</b>	<b>8</b>	<b>34,573</b>

**Centro:** Córdoba, San Luis. **Comahue:** La Pampa, Neuquén, Río Negro. **Cuyo:** Mendoza, San Juan. **GBA - Litoral - BA:** CABA, Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe. **NEA:** Chaco, Corrientes, Formosa, Misiones. **NOA:** Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Tucumán. **Patagonia:** Chubut, Santa Cruz.

Tabla 1 - Fuente: Informe mensual abril 2017 CAMMESA.

De esta potencia total instalada, cerca de un 62% corresponde a generación en centrales térmicas, alrededor de 31 % corresponde a centrales hidroeléctricas, un 5% proviene de centrales nucleares y el resto de energías alternativas principalmente solar y eólica.

### Potencia Instalada por Tipo de Generación

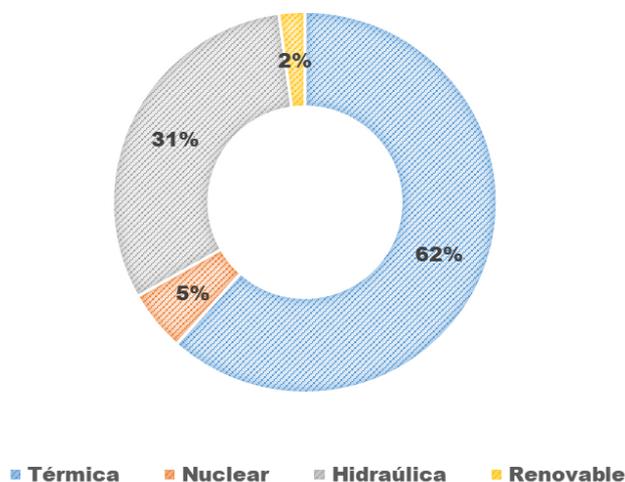


Figura 2 - Fuente: Informe mensual abril 2017 CAMMESA.

La zona compuesta por el norte de la provincia de Buenos Aires y el sur de Santa Fe y Entre Ríos concentra la mayor parte de la oferta con el 46%. Seguido de esta, se encuentra la región del Comahue con un 19%.

### Potencia Instalada por Área Geográfica

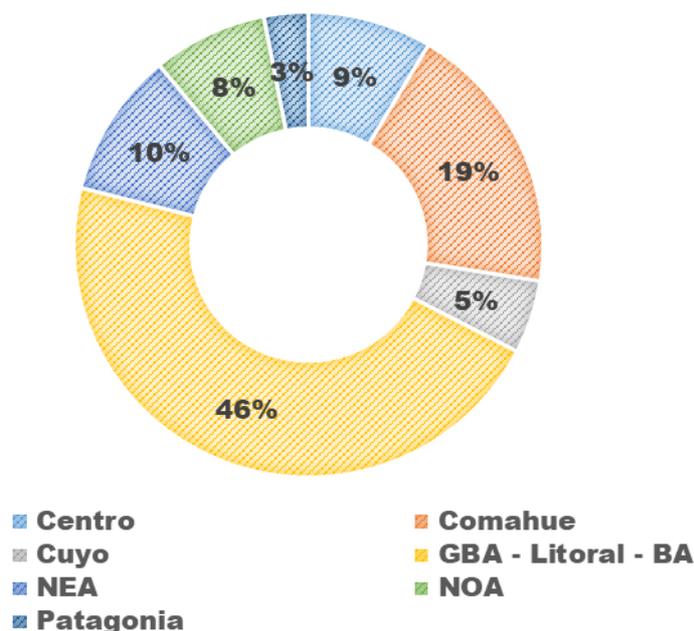


Figura 3 - Fuente: Informe mensual abril 2017 CAMMESA.

La potencia instalada en centrales térmicas para abril 2017 fue de 20.999 MW y representó un 62% de la potencia total instalada. En la siguiente tabla, se muestra en detalle la potencia instalada en centrales térmicas por tipo de generación.

Capacidad Instalada de Potencia en MW - Abril 2017					
Área	Turbina Vapor	Turbina Gas	Ciclo Combinado	Diesel	Total
Centro	200	511	534	101	1,345
Comahue		314	1,282	92	1,688
Cuyo	120	90	374		584
GBA - Litoral - BA	3,870	3,299	6,020	501	13,691
NEA		33		303	336
NOA	261	626	1,245	283	2,415
Patagonia		195	188		383
Generación móvil				558	558
<b>SADI</b>	<b>4,451</b>	<b>5,067</b>	<b>9,643</b>	<b>1,838</b>	<b>20,999</b>

**Centro:** Córdoba, San Luis. **Comahue:** La Pampa, Neuquén, Río Negro. **Cuyo:** Mendoza, San Juan. **GBA - Litoral - BA:** CABA, Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe. **NEA:** Chaco, Corrientes, Formosa, Misiones. **NOA:** Catamarca, Jujuy, La Rioja, Salta, Santiago del Estero, Tucumán. **Patagonia:** Chubut, Santa Cruz.

Tabla 2 - Fuente: Informe mensual abril 2017 CAMMESA.

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Podemos ver que el 46% opera en la modalidad de ciclo combinado, la más eficiente desde el punto de vista operativo y ecológico, basado en el acoplamiento de dos ciclos diferentes, uno de turbina de vapor y otro de turbina de gas.

**Potencia Instalada en Centrales Térmicas por Tipo de Tecnología**

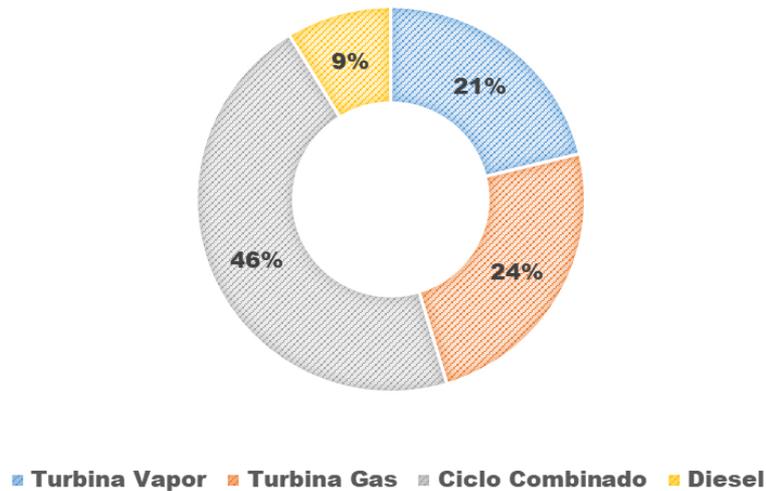


Figura 4 - Fuente: Informe mensual abril 2017 CAMMESA.

Cabe aclarar que existe una diferencia entre potencia instalada y potencia disponible. Mientras que la potencia instalada es la potencia de generación conectada a la red del sistema eléctrico, la potencia disponible es la utilizable en un momento dado.

De esta manera si una central nuclear está parada por recarga de combustible aporta potencia instalada pero no disponible, una central térmica de gas detenida por tareas de mantenimientos es potencia instalada pero no disponible, lo mismo para un parque eólico sin viento, una instalación solar fotovoltaica en la noche o una central hidráulica sin agua.

Es importante analizar también la disponibilidad del sistema, que para el año 2016 la disponibilidad fue cercana al 81%. A continuación, vemos la disponibilidad en detalle por tipo de fuente de generación.

Potencia en MW - Año 2016			
Tecnología	Instalada	Disponible	% Disponibilidad
Turbina de Vapor	4,451	2,325	52.2%
Turbina de Gas	5,251	4,119	78.4%
Ciclo Combinado	9,227	7,555	81.9%
Nuclear	1,755	1,079	61.5%
Hidráulica	11,170	10,611	95.0%
Resto	2,047	1,659	81.0%
<b>Total</b>	<b>33,901</b>	<b>27,348</b>	<b>80.7%</b>

Resto: Diesel + Eólica + Solar

Tabla 3 - Informe anual 2016 CAMMESA.

Potencia en MW - Abril 2017			
Tecnología	Instalada	%	Rendimiento
Turbina de Vapor	4,451	13%	35%
Turbina de Gas	5,067	15%	40%
Ciclo Combinado	9,643	28%	55%
Hidráulica	11,599	34%	85%
Resto	3,812	11%	
<b>Total</b>	<b>34,573</b>	<b>100%</b>	<b>54%</b>

Resto: Diesel + Eólica + Solar + Nuclear

Tabla 4 - Informe abril 2017 CAMMESA.

En cuanto a la potencia en marcha de prueba se espera el corto plazo el ingreso de nueva potencia firme. Se encuentran en período de prueba la central nuclear de Atucha II con 720 MW y las centrales térmicas de turbinas de gas de Vuelta de Obligado y Guillermo Brown con 540 MW y 600 MW respectivamente.

### Generación de Energía

En el siguiente gráfico, se muestra la evolución de la generación de energía en el país desde 1992 detallado por tipo de generación.

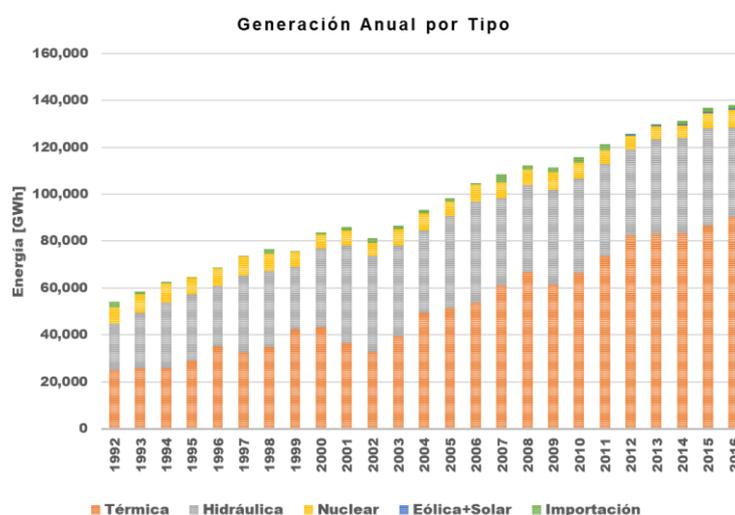


Figura 5 - Fuente: Informe anual 2016 CAMMESA.

En el año 2016 la generación de energía fue 136.599 GWh, de la cual 63% fue generada a través de centrales térmicas, en coherencia con los datos de capacidad instalada vistos previamente, y 30% por represas hidroeléctricas.

Además, se puede observar una tendencia creciente a lo largo del tiempo lo que indica una demanda creciente de energía. También se nota que desde 1992 la proporción de energía generada por fuentes térmicas aumento lo que indica la mayor dependencia de esta fuente. Muestra también la poca diversidad de la matriz energética argentina y la falta de desarrollo de energías renovables.

### Demanda de Energía

Prácticamente la totalidad de la energía generada es tomada por los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista a través del SADI. En los siguientes gráficos generados con datos del ya

mencionado informe de CAMMESA vemos detalles de la demanda sobre la participación de estos agentes del MEM, la demanda de cada usuario y participación de cada región del territorio nacional.

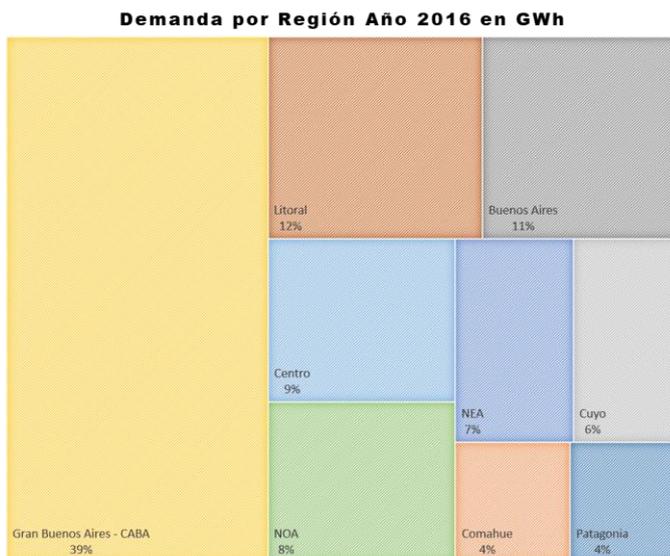


Figura 6 - Fuente: Informe anual 2016 CAMMESA.

**Demanda por Agente del MEM Año 2016 en GWh**

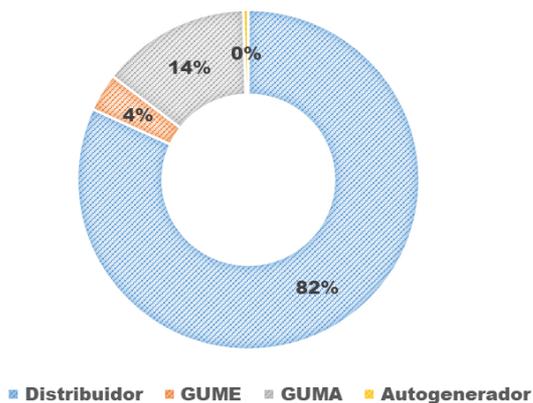


Figura 7 - Fuente: Informe anual 2016 CAMMESA.

**Demanda por Tipo de Usuario Año 2016 en GWh**

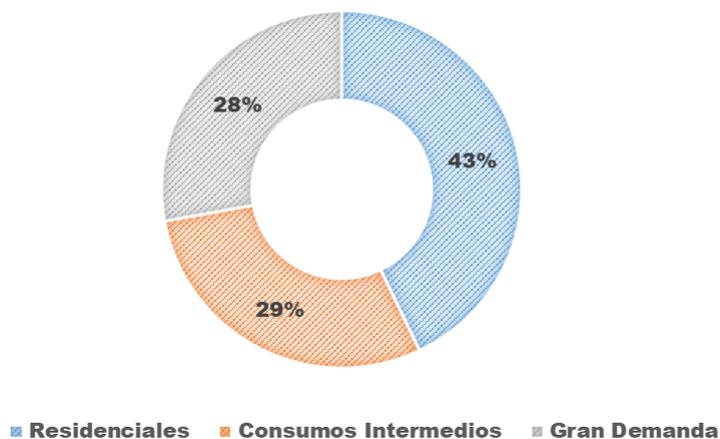


Figura 8 - Fuente: Informe anual 2016 CAMMESA.

Top 10 Distribuidoras			
Empresa	Cientas	Venta Energía [GWh]	Pérdidas [%]
EDENOR	2,837,489	21,957	15%
EDESUR	2,479,559	18,492	12%
EPESF	1,276,611	9,564	14%
EPEC	1,028,404	8,352	11%
EDEA	518,317	2,749	10%
EDET	488,520	2,709	9%
EDEMSA	421,261	3,743	11%
EDEN	363,451	2,901	12%
SECHEEP	358,345	2,107	18%
ENERSA	349,242	3,244	10%
<b>Total</b>	<b>10,121,199</b>	<b>75,820</b>	<b>13%</b>

Tabla 5 - Informe anual 2015 ADEERA.

### Compañías generadoras

Hay en total más de 50 empresas generadoras conectadas al mercado eléctrico mayorista en Argentina y en su mayoría operan en más de una central generadora. Alrededor de 35 compañías son de generación térmica, 20 de generación hidroeléctrica, 2 compañías binacionales de generación hidroeléctrica y 1 compañía nacional de generación nuclear. En la siguiente tabla vemos a las principales compañías generadoras del país.

Top 10 Compañías Generadoras [GWh] - Año 2016						
Compañía	Térmica	Hidráulica	Nuclear	Renovable	Total	%
E.B. Yacyreta		19,218			19,218	14.1%
Central Puerto SA	9,169				9,169	6.7%
ENDESA Costanera SA	5,712				5,712	4.2%
Nucleoeléctrica Argentina SA			7,677		7,677	5.6%
Termoeléctrica M. Belgrano SA	5,258				5,258	3.8%
Genelba - Petrobras	5,059				5,059	3.7%
YPF Energía Eléctrica	5,554				5,554	4.1%
CTM Salto Grande		4,816			4,816	3.5%
Central Térmica AES Paraná	5,493				5,493	4.0%
Central Dock Sud	5,026				5,026	3.7%
<b>Total</b>	<b>90,068</b>	<b>38,012</b>	<b>7,677</b>	<b>842</b>	<b>136,600</b>	<b>100.0%</b>

Tabla 6 – Fuente: informe mensual abril 2017 CAMMESA.

### Compañías transportistas

El Sistema Argentino de Interconexión (SADI) está constituido por líneas de transporte y estaciones de transformación que integran el sistema primario de intercambio de energía eléctrica en todo el territorio nacional. La actividad de transporte está subdividida en dos sistemas. Uno es el Sistema de Transporte de Energía Eléctrica de Alta Tensión, que transporta la energía a lo largo del país entre las distintas regiones y opera a una tensión de 500 kV. El otro es el Sistema de Distribución Troncal, el cual conecta generadores distribuidores y grandes usuarios dentro de la misma región y opera a tensiones de 132 kV o 220 kV. TRANSENER es la única compañía del SEAT mientras que existen 6 compañías dentro del SDT que abarcan las distintas regiones del país: Transcomahue, Transnoa, Transnea, Transpa, Transba y Distrocuyo.

Los servicios de transporte y distribución se llevan a cabo a través de concesiones. Las compañías son responsables de operar y mantener las redes conforme a los estándares

establecidos por el ENRE e incluso pueden recibir multas especialmente por incumplimiento de suministro.

En la siguiente tabla vemos la longitud de las líneas por nivel de tensión al año 2016, publicadas en el informe anual de CMMESA del año pasado.

Longitud de Líneas por Nivel de Tensión y Región [Km] - Año 2016							
Sistema de Transporte	500 kV	330 kV	220 kV	132 kV	66 kV	33 kV	Total
<b>Alta Tensión</b>	<b>14,195</b>		<b>563</b>	<b>6</b>			<b>14,764</b>
<b>Distribución Troncal</b>		<b>1,116</b>	<b>1,112</b>	<b>16,900</b>	<b>398</b>	<b>24</b>	<b>19,550</b>
Región Cuyo			641	626			1,267
Región Comahue				1,368			1,368
Región Buenos Aires			177	5,583	398		6,158
Región NEA			30	2,148		24	2,202
Región NOA				5,052			5,052
Región Patagonia		1,116	264	2,123			3,503

Tabla 7 - Fuente: Informe anual 2016 CMMESA.

Durante el año 2016 se registraron incrementos en la longitud de las líneas de alta tensión de 3 Km, mientras que en las líneas de distribución troncal el aumento fue de 18 Km. Por otro lado, se registraron también aumentos en la potencia de transformación de las líneas de alta tensión de 900 MVA y en las líneas de distribución troncal de 323 MVA.

## **Tarifas en el sector eléctrico**

A partir de la transformación del sector eléctrico en 1991, la tarificación se realizó en base a los costos económicos buscando la eficiencia en la asignación de recursos.

Para el sector de generación térmica se privatizó y se liberó el mercado de manera que la competencia entre las empresas favorezca el desarrollo del sector. De esta manera para la generación térmica funciona la libre competencia, los precios menores desplazan a los mayores y se determinan como vimos anteriormente en el mercado spot.

Para la generación hidroeléctrica o nuclear se establecen contratos de concesión abiertos a todos aquellos que deseen realizar inversiones de riesgo.

Por otro lado, para el transporte y distribución la situación es diferente. Esto se debe a que se constituyen como monopolio natural ya que sería poco económico y eficiente duplicar las redes de cables de distribución para que pueda haber competencia. La falta de competencia permite a la empresa que monopoliza poder aumentar la utilidad con mayores precios, regulando la producción y descuidando la eficiencia y minimización de costos. Para evitar este tipo de medidas es que se establece una regulación tarifaria para estos sectores.

### ***La regulación tarifaria***

En los contratos de concesión con transportistas y distribuidores se establecen las disposiciones tarifarias. Para la distribución eléctrica a cargo de las concesionarias EDENOR SA, EDESUR SA y EDELAP SA los cuadros tarifarios se definen a partir de los siguientes lineamientos:

- Para cada período se establecen tarifas máximas compuestas por los costos de adquisición de la energía en el MEM y los costos de distribución que incluyen costo marginal, costos de operación, mantenimiento y gastos de comercialización.
- Se fijan períodos de ajuste en los que se tiene en cuenta solo las variaciones de compra y transporte de energía, manteniendo constantes en términos reales los costos propios de distribución.
- Se regula la tasa de rentabilidad con que se calcularán las tarifas máximas de los siguientes períodos, que como promedio de industria debe ser comparable al de otras actividades de riesgos similares.
- Se regula la calidad que se asocia a la tarifa establecida, a la cual las concesionarias están obligadas a responder en toda la demanda de su área de concesión. También se establece un régimen de sanciones por incumplimiento.
- Se prohíben subsidios cruzados entre usuarios o categorías de usuarios. Los usuarios pagarán únicamente los costos asociados a las etapas del proceso en que estén involucrados.

El modelo se denomina Regulación por Precio Máximo (RPM) o “Price Cap”, y es utilizado también en el segmento de transporte.

Este modelo de regulación en el cual el precio es una variable exógena a la empresa hace que el comportamiento del mercado sea lo más parecido posible al mercado de

competencia perfecta. Al enfrentarse las empresas a un límite máximo de precio, su rentabilidad dependerá de su eficiencia para minimizar sus gastos operativos y de capital.

### ***Medidas post crisis 2001***

Como vimos anteriormente, las medidas tomadas a partir de la crisis de fines de 2001 y principios de 2002 impactaron fuertemente en el sector eléctrico y modificaron la estructura tarifaria anteriormente descripta que funcionaba desde 1991.

El nuevo esquema proponía tarifas sustancialmente más bajas orientadas a permitir la recomposición de la producción y de los ingresos de los trabajadores. Se pesificaron las tarifas y se redujeron los abultados márgenes de ganancia que la política anterior permitió obtener mediante el congelamiento de los mismos en distribución y transmisión. Por otro lado, se fijó que el precio spot de la electricidad en el MEM sea calculado sobre la base del precio del gas natural, regulado por el estado, independientemente de la fuente de generación utilizada.

Posteriormente comenzaron a aplicarse subsidios cruzados hacia los consumidores residenciales, manteniendo las tarifas de estos y no así la de las industrias o grandes consumidores.

Se decidió también crear escalones de consumo residencial energético para avanzar con una estructura progresiva de tarifación.

Cabe aclarar que, debido a la jurisdicción local de los distribuidores eléctricos, se presentan tarifas con fuertes diferencias en los distintos puntos del país.

### ***Evolución del gasto público***

Las medidas tomadas a partir de la crisis con el nuevo esquema tarifario propuesto y la fuerte intervención del estado implicaron un gran aumento en el gasto público destinado al sector eléctrico.

En el gráfico que se ve a continuación se muestra la evolución del gasto público y su relación respecto del PBI en los últimos años.

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

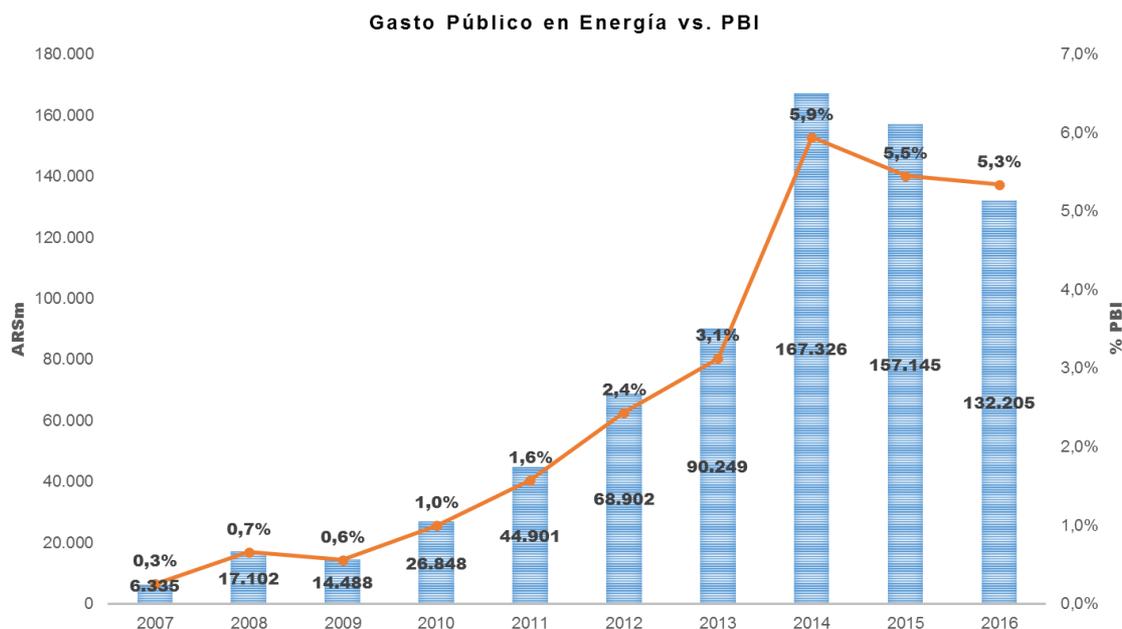


Figura 9 - Fuente: Ministerio de Energía y Minería.

Podemos ver que desde 2007 hasta este año el gasto pasó aproximadamente de 4.000 millones de pesos a 130.000 millones, con un pico en 2014 superior a los 160.000 millones.

Esto es a su vez un paso de 0,3 % del PBI a un 5,3 % con un pico en 2014 de casi 6%.

En el sector eléctrico, la composición del gasto público se puede dividir en gastos para mantener en funcionamiento el sistema, tales como subsidios de las tarifas eléctricas o importación de combustibles, e inversiones, tales como infraestructura de transporte, centrales hidroeléctricas o nucleares.

En particular los subsidios energéticos se transformaron desde el año 2003 en un fenómeno de magnitud considerable y de fuerte crecimiento hasta el presente.

Tarifas Residenciales Medias con subsidio en Sudamérica [centavos de USD/kWh]				
País	30 kWh	150 kWh	300 kWh	1000 kWh
Argentina	1,68	1,03	0,75	1,74
Bolivia	7,43	5,8	7,04	7,95
Brasil	14,37	15,74	16,43	18,33
Chile	15,12	12,84	12,55	12,35
Colombia	10,24	10,48	11,26	11,81
Ecuador	6,33	9,05	10,24	12,87
Paraguay	1,45	3,14	4,91	6,74
Perú	12,65	14,51	14,26	14,09
Uruguay	29,32	12,9	19,48	20,1
Venezuela	0,84	0,29	0,94	1,3

Tabla 8 – Fuente: Cuadros tarifarios ENRE y CERES-UB.

En el gráfico siguiente se ve la evolución de los subsidios por sector.

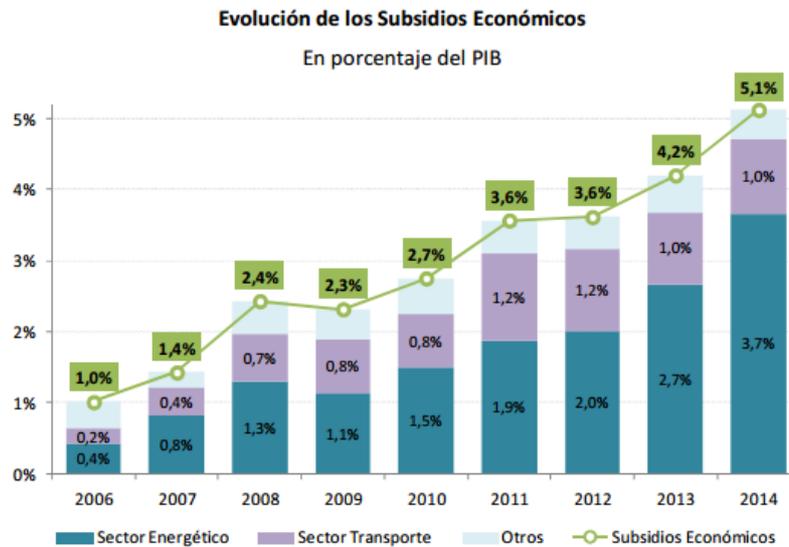


Figura 10 - Fuente: Consejo - IARAF sobre la base de MECON y ASAP.

Se puede apreciar que el sector energético es el sector de mayor importancia y de mayor crecimiento

El impacto de los subsidios y congelamientos tarifarios en los consumidores de servicios públicos se puede ver principalmente en tres aspectos:

- Las tarifas se han transformado en un precio muy retrasado con respecto a otros precios de la economía
- La inequidad regional de las tarifas debido a la no uniformidad de la política de congelamiento tarifario en las distintas jurisdicciones. En particular las tarifas eléctricas de la región metropolitana de buenos aires son muy inferiores a las del interior
- Fuerte deterioro de la calidad de los servicios públicos

## **Enfoque del trabajo**

Esta descripción de la realidad del Sector Eléctrico Argentino actual, y de los distintos hechos y políticas que llevaron a ella nos permite entender la complejidad de la situación. En un contexto en que la demanda energética aumenta día a día, la ausencia de inversiones de magnitud y la falta de un plan integral en materia energética evidenciado durante la década del 90 sumado al congelamiento de las tarifas y la política de excesivo crecimiento del gasto público de los posteriores gobiernos derivan en la crisis energética que vivimos hoy en día.

Las dificultades para satisfacer la demanda en los picos de consumo, la saturación de las redes eléctricas, la necesidad de incrementar la capacidad de generación, la necesidad de diversificar la matriz energética y la necesidad de disminuir el gasto público son las principales dificultades con las que se enfrentan el sector y el estado.

Para atacar esta problemática es sin duda necesario un conjunto de políticas que involucren a los distintos actores del sector y que estén orientadas en pos de un plan energético de largo plazo.

Es importante entender que, para lograr satisfacer la demanda energética del país, será tan importante el desarrollo de su capacidad de generación como también el desarrollo de la eficiencia en la utilización de la energía generada.

En este trabajo dejamos de lado el desarrollo de la capacidad de generación energética del país para centrarnos en la utilización eficiente de la energía. Entendemos que este frente es menos visible y por lo tanto menos considerado a la hora de analizar la problemática energética pero no por eso menos importante.

El uso eficiente de la energía puede a su vez ser abordado de distintas maneras. Para esto, en la siguiente sección proponemos y desarrollamos tres iniciativas destinadas a minimizar el consumo de energía eléctrica en el sector residencial cuantificando el ahorro correspondiente por cada iniciativa.

## **CAPÍTULO 2: ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el enfoque de este trabajo está orientado al **uso eficiente de la energía eléctrica**, que, de manera complementaria con el desarrollo de la infraestructura y capacidad generadora del país, y como parte de un plan integral energético de largo plazo, podría contribuir a revertir la problemática energética actual descripta.

En particular, nos centraremos en el *Sector Residencial*, que, como vimos es el tipo de usuario con mayor participación del mercado con un 42%.

A su vez el uso eficiente de la energía eléctrica puede ser abordado por distintos frentes, incluyendo desde mejoras en el rendimiento de los equipos hasta programas de concientización y cambios de hábito en las personas.

Las mejoras propuestas en este trabajo para el uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial son las siguientes:

1. El uso de una aplicación móvil que trabaje como asistente personal de consumo energético, siguiendo el ejemplo de aplicaciones como Enerbyte, utilizada en algunas ciudades europeas desde 2014.
2. El estudio del efecto de las cargas fantasma, cuyos mecanismos de erradicación están incluidos en la propuesta anterior; en este caso el propósito del análisis será establecer la relación existente entre ambas medidas.
3. Reducción de la energía necesaria para climatizar hogares mediante el correcto aislamiento de viviendas.

A continuación, desarrollaremos cada iniciativa, cuantificando los resultados esperados a partir de diversas estimaciones y de su implementación en otras partes del mundo.

## **Estrategia 1: Asistente virtual de ahorro energético**

Hoy en día la gran mayoría de los distribuidores de energía proveen a sus usuarios de información relativa a sus consumos particulares a través de medios digitales, como sitios web corporativos o aplicaciones móviles. La propuesta en cuestión sugiere que dicha interfaz digital tenga un rol activo en el comportamiento del usuario influenciándolo para que cambie su estilo de vida en pos de otro que represente un estado de menor consumo de energía. Ejemplos de asistentes virtuales abundan en otras esferas de la vida personal como pueden ser el seguimiento de una cierta dieta, planes de entrenamiento, finanzas personales, etc. Por cuestiones prácticas relativas a la usabilidad asociadas a los estilos de vida modernos, la gran mayoría de este tipo de plataformas digitales consisten en aplicaciones móviles, por sobre otro tipo de aplicaciones (aplicaciones web, aplicaciones de clientes pesados)

El concepto de desarrollar un asistente virtual para guiar al usuario a cumplir sus metas de eficiencia energética surge a partir de la hipótesis desarrollada en el mundo del mercadeo donde se propone que el monitoreo o la simple muestra de una serie temporal de datos, como datos de consumo energético para el caso en cuestión o kilocalorías quemadas en un día si se trata de un plan alimenticio, es condición necesaria pero no suficiente para generar un cambio en los patrones de comportamiento de las personas. Como el objetivo del presente trabajo es evaluar la viabilidad de mejoras que minimicen el consumo de energía eléctrica tendremos que centrarnos en propuestas de esta índole.

En términos prácticos, el funcionamiento de una aplicación de estas características consiste en tomar datos de medidores digitales o dispositivos alternativos para luego visualizarlos o realizar diversos análisis con algún fin determinado, como pueden ser realizar pronósticos de consumo o alimentar otros sistemas de negocio de las empresas distribuidoras. Hoy en día en Argentina los medidores de este tipo no son utilizados por las distribuidoras, con lo cual será necesario considerar los costos unitarios y de implementación para evaluar la viabilidad de esta iniciativa.

Enerbyte ([enerbyte.com](http://enerbyte.com)) es una empresa Española que desarrolló un asistente virtual para ahorro de energía eléctrica y que funciona desde 2014. Las poblaciones donde se implementaron versiones de Enerbyte son: Barcelona, la Provincia de Guipúzcoa, Electra Caldense, y Rubí, en España.

Valores relativos a adopción y uso entre la base de los usuarios, así como la metodología utilizada para la segmentación de poblaciones y todo el conjunto de técnicas asociadas a consolidar los cambios de comportamiento como gamification, comparaciones peer-to-peer, etc. se encuentran en el trabajo expuesto por Enerbyte en el Oxford Behave Energy Conference 2014 (anexo). Dichos valores serán tomados como referencia en este estudio para realizar estimaciones posteriores.

Si bien muchos atributos de dichas poblaciones difieren de aquellos propios del Territorio Nacional, podemos asumir que ambos presentan estilos de vida occidentales, donde la escala de valores, motivaciones y actividades son muy similares. Por lo tanto, consideramos oportuno establecer una correspondencia directa con los resultados observados en dichas

ciudades españolas. El punto entonces es, cuantificar de forma correcta las variables de similitud para asegurarnos que la relación tenga sentido.

En primer lugar, es necesario establecer para la República Argentina el número de usuarios residenciales de electricidad. Este dato lo presenta la Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (AADERA) en su informe correspondiente a 2015:

Número de clientes residenciales 2015			
#	Empresa	Cantidad	% del total
1	EDENOR	2,470,423	21%
2	EDESUR	2,169,722	18%
3	EPESF	1,111,660	9%
4	EPEC	901,277	8%
5	EDEA	468,345	4%
6	EDET	432,878	4%
7	EDEMSA	358,198	3%
8	SECHEEP	316,681	3%
9	EDEN	311,573	3%
10	ENERSA	302,140	3%
11	EDELAP	292,384	2%
12	EDESA	290,111	2%
13	EDESE	219,476	2%
14	ESJ SA	193,021	2%
15	EMSA	192,646	2%
	Resto	1,745,131	15%
<b>Total</b>		<b>11,775,666</b>	<b>100%</b>

Tabla 9. Informe 2015 ADEERA.

El resultado de sumar las cantidades de clientes residenciales para cada categoría de todas las distribuidoras del país nos indica que en la República Argentina existen 11.775.666 usuarios residenciales de electricidad. Este dato es consistente con los valores correspondientes a la cantidad de hogares en el territorio nacional (INDEC - Censo 2010\*) y con los indicadores de pobreza e indigencia proporcionados también por el INDEC.

Ahora bien, el paso siguiente es considerar cuántos de dichos usuarios son susceptibles de utilizar el asistente virtual. Para ello basta con asegurar que:

1. exista conexión a internet móvil, como puede ser un plan de datos, y que
2. efectivamente el usuario de electricidad disponga de un teléfono inteligente.

Por cuestiones de asegurar la simplicidad a fin de alcanzar el objetivo de este estudio, pero sin entrar en discusiones técnicas sociológicas sobre las cuales no tenemos conocimiento dada nuestra formación en ingeniería, tomaremos como premisa que basta *un usuario del asistente virtual por hogar* para asegurar los ahorros causados por el uso de dicha aplicación. Los motivos de dicha premisa radican en que, el individuo habitante de un hogar que pague el servicio de energía eléctrica y tenga en su poder un teléfono inteligente con un plan de datos de internet móvil probablemente sea una persona cabeza de familia, cuyo rol natural es

compartir o instruir al resto de los miembros del hogar acerca de aquellas conductas beneficiosas para el hogar en su conjunto.

Volviendo ahora a la cuantificación del caso observamos que en Argentina existen más de 50 millones de Smartphones, con lo cual podemos suponer con cierta seguridad que todos aquellos que consuman un plan de datos móviles lo hagan a través de un teléfono inteligente. El número de hogares con acceso a internet móvil mediante planes de datos (sin considerar modalidades pre pagas) era a junio de 2016 de 10.014.590 \* (INDEC). Dicho valor será la población sobre la cual estableceremos la correlación directa utilizando los resultados observados por Enerbyte.

En el estudio realizado por ellos en 2014 encontraron dos patrones de conducta principales entre los consumidores de electricidad con medidores digitales. Estaban aquellos que sólo monitoreaban el consumo de su medidor digital de forma visual, y estaban aquellos que mantenían interacciones con la aplicación móvil del asistente virtual. Los primeros son denominados usuarios pasivos, y representaron un 31% de la muestra poblacional, mientras que los últimos, usuarios activos, correspondieron al 40% de la muestra poblacional. El 29% restante no mantuvo interacción alguna ya sea en forma de monitoreo o en formas más activa de involucrarse con el ahorro energético.

	Usuarios Activos	Usuarios Pasivos	Sin Interacción
Ahorro			
Promedio	12%	4%	0%
Porción			
Poblacional	40%	31%	29%

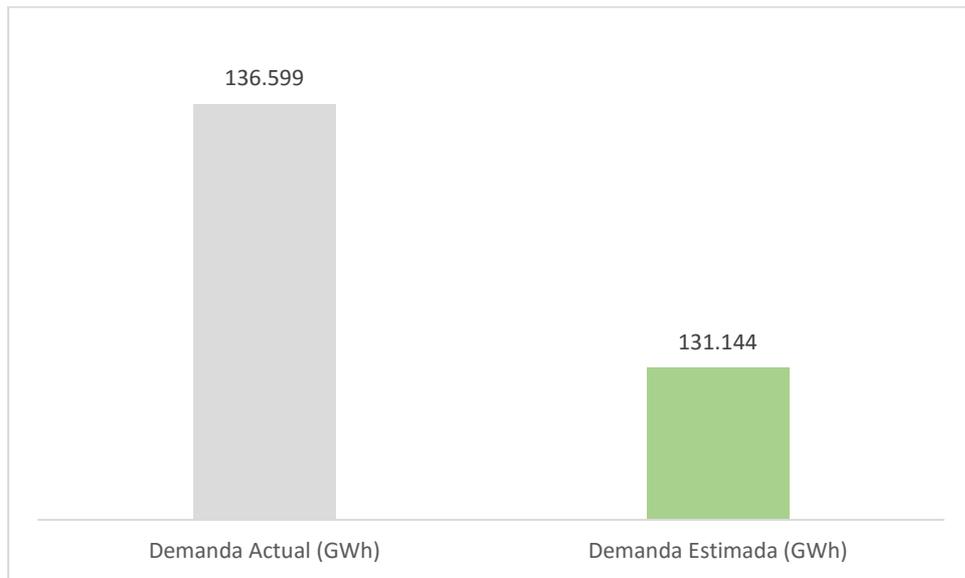
Los usuarios activos luego de 4 meses de uso mostraron ahorros promedio de 12% con respecto al mismo periodo del año anterior. Los usuarios pasivos también mostraron ahorros, pero éstos promediaron el 4%. El promedio ponderado de dichos ahorros indica entonces que en dicha muestra poblacional se observaron eficiencias del 6%. Dicho valor será entonces el que extrapolaremos como modelo para la población argentina. Vale la pena aclarar, que no se aplica para toda la población de usuarios residenciales, sino para aquellos que consideramos susceptibles de utilizar un asistente virtual. Como éstos son sólo una porción de los usuarios residenciales, el ahorro porcentual en la demanda termina siendo menor. Para el caso de los 11.775.666 usuarios residenciales de energía eléctrica, el ahorro correspondiente a su consumo es del 5,13%.

Finalmente, resta trasladar este ahorro en consumo a valores de ahorro en generación, que es lo que nos interesa en el presente trabajo. La forma de hacerlo será la misma para las alternativas restantes:

Se considera la demanda residencial como porción de la demanda total, se aplican los ahorros energéticos y se estima nuevamente la demanda total. Siguiendo dicho análisis

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

estimamos que los ahorros en distribución residencial serían de 5.455 GWh. Mas adelante se traducirán este ahorro en valores de generación.



*Figura 11. Demanda Total en Distribución, con y sin actividad de asistentes virtuales.*

## **Estrategia 2: Cargas fantasma**

La segunda medida para lograr una mejora en la eficiencia energética, desde el punto del consumo, es evitar las cargas fantasmas en los electrodomésticos de los hogares. A partir de una reducción de estas cargas se puede lograr una disminución en el consumo hogareño de electricidad.

Una carga fantasma es cualquier consumo eléctrico de un dispositivo que se encuentra apagado o en Stand by. Esto ocurre porque a pesar de que los dispositivos parecieran estar apagados, en verdad, continúan encendidos para poder realizar funciones como encender con el comando de un control remoto, para lo cual el receptor infrarrojo del dispositivo debe estar encendido.

En el pasado, las cargas fantasmas no eran un gran problema para los usuarios, distribuidores de electricidad, fabricantes de electrodomésticos ni reguladores gubernamentales. Sin embargo, en la primera década del siglo XXI, se tomó conciencia del consumo derrochado por esta cuestión y se convirtió en una consideración importante para todas las partes. Hasta mediados de la década, las cargas fantasmas eran a menudo varios watts o aún decenas de watts por aparato. Entonces, debidamente en el año 2010, regulaciones restringiendo las cargas de los dispositivos vendidos a menos de un watt comenzaron a regir en la mayoría de los países desarrollados.

### **Ventajas y desventajas**

Aunque en el pasado hubo poco esfuerzo para minimizar la potencia utilizada, las cargas fantasmas existen en los dispositivos a menudo para un propósito, a continuación, se enumeran algunas ventajas:

- Puede permitir que un dispositivo se encienda muy rápidamente sin demoras. Esto se utilizó, por ejemplo, con receptores de televisión CRT, donde se pasaba una pequeña corriente a través del calentador del tubo, evitando un retraso de muchos segundos en la puesta en marcha.
- Puede utilizarse para alimentar al receptor infrarrojo del control remoto, de modo que cuando las señales de infrarrojos o de radiofrecuencia sean enviadas por un dispositivo de control remoto, el equipo pueda responder, normalmente pasando del modo de espera al modo completamente activado.
- La alimentación en modo de espera puede utilizarse para alimentar una pantalla, operar un reloj, etc., sin encender el equipo a plena potencia.
- Los equipos con baterías conectados a la toma corriente pueden mantenerse completamente cargados, aunque estén encendidos; por ejemplo, un teléfono celular puede estar listo para recibir llamadas sin agotar su carga de batería.

Por otro lado, las desventajas de las cargas fantasmas se refieren principalmente a la energía utilizada. A medida que la tecnología avanza y la energía utilizada por los dispositivos en Stand by se reduce, también se reducen las desventajas. Los dispositivos más viejos usaban a menudo 10 W o más, pero con la adopción de “One Watt Initiative” por muchos países, el uso de energía en Stand by es mucho menor.

- Los dispositivos Stand by consumen electricidad que debe ser pagada. La energía total consumida puede ser del orden del 10% de la energía eléctrica utilizada por un hogar típico, como se discutirá a continuación.
- La electricidad es generada por la combustión de hidrocarburos que liberan cantidades importantes de dióxido de carbono, implicado en el calentamiento global, y otros contaminantes como el dióxido de azufre, que produce lluvia ácida.
- A medida que aumenta el consumo de electricidad, se necesitan más centrales eléctricas, con el capital asociado y los costos de funcionamiento.

### **Magnitud de las cargas**

La energía en modo de espera constituye una porción de la carga eléctrica miscelánea de los hogares, que también incluye pequeños electrodomésticos, sistemas de seguridad y otros pequeños arranques de energía. El Departamento de Energía de Estados Unidos dijo en 2008:

*“Muchos aparatos siguen extrayendo una pequeña cantidad de energía cuando están apagados. Estas cargas” fantasma “se producen en la mayoría de los electrodomésticos que utilizan la electricidad, tales como televisores, equipos de música, computadoras y electrodomésticos. Esto puede evitarse desconectando el aparato o utilizando una zapatilla eléctrica y utilizando el interruptor de la misma para cortar toda la alimentación del aparato”.*

La potencia en Stand by utilizada por dispositivos antiguos puede ser tan alta como 10-15 W por dispositivo, mientras que un televisor LCD HD moderno puede utilizar menos de 1 W. Aunque la potencia necesaria para funciones tal como pantallas, indicadores y funciones de control remoto es relativamente pequeña, el gran número de tales dispositivos y su enchufado continuo dan lugar a un uso de la energía 8 al 22% del consumo de electrodomésticos.

En Gran Bretaña en 2004 los modos de Stand by en los dispositivos electrónicos representaron el 8% del consumo total de energía residencial británico. Un estudio similar en Francia en 2000 encontró que el mismo consumo representó el 7% del total residencial.

### **Determinación de la “carga fantasma”**

Para determinar la energía consumida por cargas fantasmas en un hogar promedio de la Argentina, primero se recurrió a identificar cuáles era los dispositivos que consumían energía en Stand by.

Los siguientes tipos de dispositivos consumen energía en Stand by y pueden ser apagados o desenchufados para evitar las cargas fantasmas.

- Transformadores para conversión de tensión.
- Fuentes de alimentación de pared que alimentan los dispositivos que están apagados.
- Dispositivos electrónicos en Stand by que se pueden activar mediante un mando a distancia, como por ejemplo aires acondicionados, televisores, equipos de audio, etc.

- Dispositivos electrónicos que pueden realizar algunas funciones incluso cuando están “apagados”, como por ejemplo una computadora que se puede despertar remotamente a una hora especificada.

Existen otros dispositivos que consumen energía en Stand by, pero se requiere para el correcto funcionamiento del mismo y no puede ser evitado al apagarlo cuando no está en uso. Para estos dispositivos la electricidad sólo se puede ahorrar al elegir unidades más eficientes, con un consumo de energía permanente mínimo:

- Teléfonos inalámbricos y contestadores automáticos
- Temporizadores que operan dispositivos
- Sistemas de seguridad y alarmas contra incendios
- Timbres de los transformadores
- Termostatos programables
- Sensores de movimiento, sensores de luz, temporizadores incorporados y rociadores automáticos

### **Calculo de la “carga fantasma”**

Para calcular el consumo fantasma y por lo tanto el ahorro potencial si este se evita se recurrió a los siguientes cálculos:

- Primero se estimó la cantidad de hogares usuarios de electrodomésticos en Argentina tomando el número de clientes servido por cada distribuidora del país, dato obtenido del informe anual de ADEERA.

Número de Hogares: 11.775.666

- Luego se obtuvo un estimado de la cantidad de dispositivos electrónicos que pudieran ocasionar las cargas fantasmas a través de una encuesta realizada por Kantar World Panel a 3.500 hogares representativos de la sociedad argentina. A partir de esto se obtuvo el siguiente grafico mostrando el porcentaje de hogares que tiene el Top 10 de electrodomésticos:

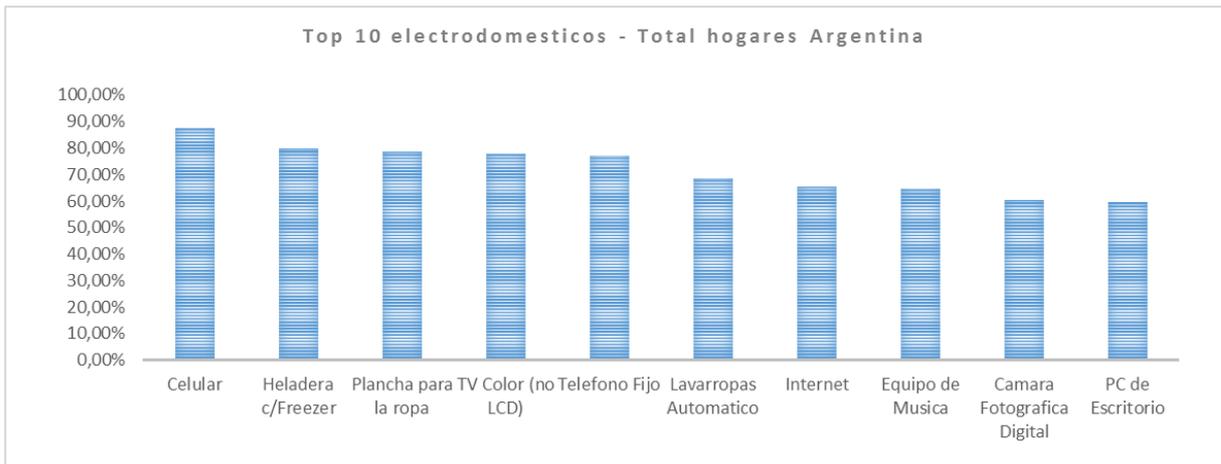


Figura 12. Encuesta 2016 de consumo por Kantar World Panel.

- A partir de tablas de consumo promedio en modo “Stand by” para varios electrodomésticos obtenida de Lawrence Berkeley National Laboratory, se fabricó la siguiente tabla:

Electrodomestico	% en hogares	Cantidad de Dispositivos	Horas en "Stand by" por día	Consumo Promedio [W]	Energía Consumida por día [MWh]	Energía Consumida por año [GWh]
Cargador de Celular (On Charged)	87,70%	10.327.259	1	2,24	23	8
Cargador de Celular (Power Supply Only)	87,70%	10.327.259	19	0,26	51	19
TV Color (no LCD)	77,70%	9.149.692	18	3,06	504	184
Telefono Fijo	77,20%	9.090.814	21	2,81	536	196
Internet	65,50%	7.713.061	16	9,22	1.138	415
Equipo de Musica	64,70%	7.618.856	21	8,32	1.331	486
PC de Escritorio (Off)	59,60%	7.018.297	9	3,97	251	92
PC de Escritorio (Sleep)	59,60%	7.018.297	5	22,51	790	288
				<b>52,39</b>	<b>4.624</b>	<b>1.688</b>

Figura 13. Consumo promedio en modo "Stand By" con datos del Lawrence Berkeley National Laboratory.

- Con datos de CAMMESA de la generación y demanda para el 2016:
  - Generación Total 2016 = 136.599 GWh
  - Demanda Total 2016 = 132.950 GWh
  - Demanda Residenciales a Distribuidoras Total 2016 = 56.972 GWh
  - Ahorro eliminando por completo cargas fantasma = 1.688 GWh
  - Pérdidas en Transmisión = 2,7%  $\langle 1 - \frac{(b)}{(a)} \rangle$
  - Pérdidas en Distribución<sup>8</sup> = 13,0%

Y a partir de diversos cálculos se obtuvieron los siguientes ahorros en GWh:

- Demanda Usuario Final = 47.591 GWh  $\langle (c) \times [1 - (f)] \rangle$
- Demanda Usuario Final con Ahorro = 47.903  $\langle (g) - (d) \rangle$
- Residencial con Ahorro = 55.033 GWh  $\langle \frac{(h)}{1-(f)} \rangle$
- Demanda Total con Ahorro = 131.011 GWh  $\langle (b) - (c) + (i) \rangle$

<sup>8</sup> Dato informe anual 2015 ADEERA.

$$(k) \text{ Generación con Ahorro} = 134.607 \text{ GWh} \left\langle \frac{(J)}{1-(e)} \right\rangle$$

A través de estos cálculos se obtiene que de la demanda residencial total un 3.5% se está consumiendo con las cargas fantasma, y de ahorrarse esto, se podría reducir en un 1.5% la generación anual o 3.674 GWh, teniendo en cuenta que el rendimiento del sistema de generación nacional en promedio es de 54.2% lo que equivale a dos años de generación de la Central Térmica Vuelta de Obligado de 540W de potencia.

### **Reducción de las “carga fantasma”**

Algunos equipos tienen un modo de inicio rápido, las “carga fantasma” se elimina si no se utiliza este modo. Los dispositivos que tienen baterías recargables y siempre están enchufados, consumen energía en *Stand by*, incluso si la batería está completamente cargada. Los electrodomésticos con cable tales como aspiradoras, máquinas de afeitar eléctricas y teléfonos sencillos no necesitan un modo en *Stand by* y no consumen la energía en espera que utilizan sus equivalentes inalámbricos.

Los dispositivos más antiguos con adaptadores que son grandes y cálidos al tacto utilizan varios watts de potencia. Los adaptadores de corriente más nuevos que son ligeros y no son cálidos al tacto pueden usar menos de un watt.

El consumo de energía en *Stand by* se puede reducir desconectando o apagando por completo, si es posible, los dispositivos que no se utilizan. Si se utilizan varios dispositivos juntos, se pueden conectar a una sola zapatilla eléctrica que estará desconectada cuando no se necesita.

A medida que los usuarios de la energía y las autoridades gubernamentales se han dado cuenta de la necesidad de no desperdiciar energía, se presta más atención a la eficiencia eléctrica de los dispositivos. Esto afecta a todos los aspectos del equipo, incluida el consumo de energía en *Stand by*. Este consumo se puede disminuir tanto por la atención al diseño de circuitos como por una tecnología mejorada. Los programas dirigidos a la electrónica de consumo han estimulado a los fabricantes a reducir el consumo de energía en muchos productos.

### **Estrategia 3: Disminución de la Energía Necesaria para Climatizar Hogares mediante la Correcta Aislación de Viviendas**

#### ***Planteo de estrategia***

En este tercer caso se plantea como estrategia para ahorro de energía eléctrica en hogares el adecuado aislamiento de las casas y edificios. Un adecuado aislamiento de hogares implica una menor pérdida de calor/frío lo que se traduce en ahorro de energía para calefaccionar/refrigerar.

Si bien en este trabajo nos interesa cuantificar el ahorro de energía eléctrica, no hay que perder de vista que el principal combustible para calefaccionar hogares utilizado a lo largo del país es el gas, y por lo tanto esto favorece el repago de la inversión necesaria para llevar a la práctica la estrategia propuesta.

Para realizar el análisis se propuso estimar y comparar la *energía necesaria para climatizar* los hogares como se construyen actualmente, con la energía necesaria para climatizar los mismos hogares con la aislación propuesta basándonos en los lineamientos de la norma IRAM 11604.

Posteriormente se estiman los valores actuales de *consumo de energía eléctrica en climatización* y se cuantifica la reducción que se lograría si las viviendas estuviesen aisladas como se propone.

#### ***Energía necesaria para calefacción***

En primer lugar, lo que se hizo fue cuantificar la energía necesaria para mantener los hogares a una temperatura base de confort de 20 °C durante el invierno. Para este análisis se partió de un informe realizado por el INTI y se tomó en cuenta:

##### *Regiones:*

- 1) Regiones donde se concentra la mayor demanda eléctrica del país:
  - Capital y Gran Buenos Aires (Edenor y Edesur)
  - La Plata (Edelap)
  - Mendoza (Edemsa)
  - Santa Fé (Epesf)
  - Córdoba (Epec)
- 2) Regiones donde la carga térmica invernal es más importante:
  - Región Comahue
  - Región patagónica

##### *Datos del Censo 2010:*

- Cantidad de viviendas por tipo (casa/departamento) por región
- Dimensiones de vivienda promedio (3 ambientes, 60m<sup>2</sup>)

*Sistemas constructivos:*

En cuanto a sistemas constructivos se evaluó los más frecuentemente utilizados en el país:

- 1) Paredes
  - Tabique de ladrillo hueco de 12 cm
  - Muro de ladrillo hueco de 18 cm
  - Muro de Bloque portante de hormigón
- 2) Techos
  - Cubierta de chapa metálica (viviendas unifamiliares)
  - Losa de hormigón armado (edificios de viviendas)

*Aislación:*

- Techos: 3” de aislante térmico convencional de conductividad media
- Muros: 2” de aislante térmico convencional de conductividad media
- Vidriado simple: cambio por vidriado doble hermético.

Por otro lado, del informe del INTI en el cual se consultó a fabricantes de materiales, se obtuvieron los tipos de construcciones predominantes en cada región.

Distribuidoras	Cobertura	Total de viviendas	Tipo Casa	Tipo Depto	Sistema Constructivo Tradicional	Proporción
Edenor y Edesur	CABA y GBA	3.736.286	2.465.416	1.118.522	Ladrillo hueco 12	100,00%
Edelap	La Plata y alrededores	268.674	195.745	55.573	Ladrillo hueco 12	100,00%
Edemsa	Mendoza	459.550	398.510	48.846	Ladrillo hueco 18	100,00%
Epesf	Santa Fé	978.553	840.488	124.044	Ladrillo hueco 12	100,00%
Epec	Cordoba	948.369	793.209	132.409	Bloque de H°	100,00%
Región Comahue	Neuquén	454.696	381.383	56.622	Ladrillo hueco 18	60,00%
		454.696	381.383	56.622	Bloque de H°	40,00%
	Rio negro	260.098	212.181	35.983	Ladrillo hueco 18	40,00%
		260.098	212.181	35.983	Bloque de H°	60,00%
La Pampa	104.797	95.356	8.239	Ladrillo hueco 12	100,00%	
Región Patagónica	Chubut	147.176	122.955	19.318	Bloque de H°	100,00%
	Santa Cruz	76.233	64.118	9.339	Ladrillo hueco 18	40,00%
		76.233	64.118	9.339	Bloque de H°	60,00%
	Tierra del Fuego	36.689	25.108	7.326	Ladrillo hueco 18	10,00%
36.689		25.108	7.326	Bloque de H°	90,00%	

Tabla 10. Tipos de construcción informe INTI “Uso Racional de la Energía”.

*Grados día y coeficiente de pérdidas G*

Para lograr cuantificar la energía, se presentan dos conceptos importantes. El primero es el de **grados día de calefacción**. Los grados día de calefacción es un indicador de la carga térmica invernal de un lugar. Se calcula de la siguiente manera:

$$GD_{a/b} = \sum_{i=1}^n (a - T_{md,i}) \cdot X_c$$

Donde:

- a es la temperatura base de confort (20 °C para nuestro caso)
- T<sub>md,i</sub> es la temperatura media diaria para el día “i”
- n es la cantidad de días, para nuestro caso los días correspondientes al invierno

- $X_c$  es una constante que vale 1 cuando la temperatura es inferior a “a” y 0 cuando es superior a “a”.

En la norma IRAM 11603: “Acondicionamiento Térmico de Edificios, Clasificación Bioambiental de la República Argentina” disponemos de datos climáticos tomados entre 1960 y 1980 correspondientes a 165 estaciones meteorológicas de toda la República Argentina. De allí obtenemos los grados día de calefacción necesarios para las regiones elegidas mostradas en la siguiente tabla:

Distribuidoras	Cobertura	Grados Día (°C) (Invierno)
Edenor y Edesur	CABA y GBA	1221
Edelap	La Plata y alrededores	1497
Edemsa	Mendoza	1556
Epesf	Santa Fé	914
Epec	Cordoba	991
		2183
		2183
		3885
		3885
	La Pampa	1802
	Chubut	2240
		4541
		4541
		5215
		5215

Tabla 11. Grados día por región, Norma IRAM 11603

El segundo concepto es el **coeficiente de pérdidas volumétricas globales de calor G**. Este coeficiente representa la energía que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, unidad de tiempo y unidad de diferencia de temperatura, en régimen estacionario, que deberá suplir el sistema de calefacción para mantener constante la temperatura interna del local. Tal como está definido en la norma IRAM 11604: “Aislamiento Térmico de Edificios”, se calcula de la siguiente manera:

$$G_{cal} = \frac{\Sigma K_m S_m + \Sigma K_v S_v + \Sigma \gamma K_r S_r + Per P_p}{V} + 0,35 n$$

Donde:

- $G_{cal}$ : es el coeficiente volumétrico del edificio/vivienda calefaccionado, en watt por metro cúbico Kelvin

- $K_m$ : es la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos que lindan con el exterior (muros, techos y pisos en contacto con el aire exterior) en watt por metro cuadrado kelvin
- $S_m$ : es el área interior de los cerramientos opacos anteriores, en metros cuadrados
- $K_v$ : es la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos no opacos que lindan con el exterior (en muros y techos) en watt por metro cuadrado kelvin
- $S_v$ : es el área anterior de los cerramientos no opacos anteriores, en metros cuadrados
- $\gamma K_r$ : es la transmitancia térmica corregida de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos y no opacos, que lindan con locales no calefaccionados, en watt por metro cuadrado kelvin
- $S_r$ : es el área interior de los cerramientos opacos y no opacos anteriores, en metros cuadrados
- $Per$ : es el perímetro del piso en contacto con el aire exterior, en metros
- $P_p$ : son las pérdidas por el piso en contacto con el terreno en watt por metro
- $V$ : es el volumen interior del edificio vivienda calefaccionado, en metros cúbicos
- 0.35 es la capacidad específica asumida del aire, en watt hora por metro cúbico kelvin
- $n$ : es el número de renovaciones de aire promedio por hora del edificio vivienda calefaccionado

Como vemos el cálculo del coeficiente de pérdidas “G” involucra desde la aislación del sistema constructivo utilizado hasta el diseño, dimensiones y características de las viviendas en cuestión.

Un estudio del INTI enfocado en ahorro de gas por aislamiento térmico realizó los cálculos de los coeficientes de pérdidas volumétricos globales de calor “G” para viviendas tipo casa y tipo departamento a lo largo del país basándose en los lineamientos estipulados en las normas IRAM. En el anexo se encuentran detallado los datos de las viviendas y materiales utilizados para dichos cálculos.

También en el anexo, se presenta una planilla establecida por la norma IRAM 11604 completa según los datos del trabajo a modo de ejemplo.

Los datos del coeficiente de pérdidas G para viviendas tipo casa y tipo departamento en las regiones definidas en el alcance de nuestro trabajo se muestran a continuación:

Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Región	Sistema Constructivo	Tipo Casa		Tipo Departamento	
		Coefficiente G sin Aislamiento (W/m <sup>3</sup> K)	Coefficiente G con Aislamiento (W/m <sup>3</sup> K)	Coefficiente G sin Aislamiento (W/m <sup>3</sup> K)	Coefficiente G con Aislamiento (W/m <sup>3</sup> K)
CABA y GBA	Ladrillo hueco 12	3,19	1,84	2,81	1,42
La Plata y alrededores	Ladrillo hueco 12	3,19	1,84	2,81	1,42
Mendoza	Ladrillo hueco 18	2,95	1,82	2,55	1,4
Santa Fe	Ladrillo hueco 12	3,19	1,84	2,81	1,42
Córdoba	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43
	Ladrillo hueco 18	2,95	1,82	2,55	1,4
	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43
	Ladrillo hueco 18	2,95	1,82	2,55	1,4
	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43
La Pampa	Ladrillo hueco 12	3,19	1,84	2,81	1,42
Chubut	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43
	Ladrillo hueco 18	2,95	1,82	2,55	1,4
	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43
	Ladrillo hueco 18	2,95	1,82	2,55	1,4
	Bloque de H°	3,34	2,03	2,96	1,43

Tabla 12. Coeficientes G por tipo de vivienda y sistema constructivo, INTI "Uso Racional de la Energía"

Calculo de la carga térmica o energía necesaria

La energía necesaria para calefaccionar un hogar durante el invierno en un determinado lugar de modo de mantenerlo a una temperatura de confort de 20 °C lo calculamos de la siguiente manera:

$$E = Gd \times G \times V \times 24$$

Donde:

- E: es la carga térmica o energía necesaria para calefaccionar el hogar [KWh/año]
- Gd: son los grados días durante el invierno correspondientes al lugar en cuestión [ K 40 días/año (un invierno por año)]
- G: es el coeficiente de pérdidas volumétricas globales de calor [W/m<sup>3</sup>K]
- V: es el volumen de la vivienda [m<sup>3</sup>]
- 24: es una constante [hs/día]

Para las regiones estudiadas en este trabajo obtenemos las siguientes **cargas térmicas unitarias**:

Región	Carga Térmica Anual Unitaria (KWh/año)			
	Tipo Casa		Tipo Vivienda	
	Sin aislamiento	Con aislamiento	Sin aislamiento	Con aislamiento
CABA y GBA	15.767	9.095	14.205	7.178
La Plata y alrededores	19.331	11.150	17.416	8.801
Mendoza	18.581	11.464	16.427	9.019
Santa Fé	11.803	6.808	10.633	5.373
Cordoba	13.399	8.144	12.145	5.867
	26.069	16.083	23.047	12.653
	29.515	17.939	26.753	12.924
	46.394	28.623	41.016	22.519
	52.527	31.925	47.611	23.001
La Pampa	23.270	13.422	20.964	10.594
Chubut	30.286	18.407	27.451	13.262
	54.228	33.456	47.942	26.321
	61.397	37.316	55.650	26.885
	62.276	38.421	55.057	30.228
	70.509	42.855	63.910	30.875

Tabla 13. Cargas térmicas unitarias por región.

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Con la carga térmica unitaria y los datos del censo de cantidades de vivienda de cada tipo logramos obtener la **carga térmica total anual** para cada región:

Región	Carga térmica Total Anual sin aislamiento (MWH/año)	Carga térmica Total Anual con aislamiento (MWH/año)	Diferencia (MWH/año)	% Ahorro
CABA y GBA	54.761.203	30.450.926	24.310.277	44,39
La Plata y alrededores	4.751.847	2.671.710	2.080.137	43,78
Mendoza	8.207.284	5.008.969	3.198.315	38,97
Santa Fe	11.239.086	6.388.471	4.850.615	43,16
Córdoba	12.236.131	7.236.442	4.999.688	40,86
	6.748.315	4.110.180	2.638.135	39,09
	5.108.563	3.029.362	2.079.201	40,70
	4.527.899	2.753.381	1.774.518	39,19
	7.715.063	4.560.940	3.154.123	40,88
La Pampa	2.391.637	1.367.158	1.024.478	42,84
Chubut	4.254.108	2.519.465	1.734.643	40,78
	1.569.875	956.368	613.508	39,08
	2.673.805	1.586.220	1.087.586	40,68
	196.698	118.613	78.085	39,70
	2.014.698	1.171.966	842.732	41,83

*Tabla 14. Cargas térmicas totales anuales por región.*

En las últimas dos columnas se muestra la diferencia en cuanto a la energía necesaria para calefaccionar en cada región como resultado de la aplicación de la aislación propuesta.

Como resultado a nivel nacional obtuvimos los siguientes valores:

Región	Carga térmica Total Anual sin aislamiento (MWH/año)	Carga térmica Total Anual con aislamiento (MWH/año)	Diferencia (MWH/año)	% Ahorro
<b>Totales</b>	<b>128.396.213</b>	<b>73.930.170</b>	<b>54.466.043</b>	<b>42,42%</b>

Tabla 15. Carga total anual.

Podemos ver que, para lograr calefaccionar todos los hogares propuestos de modo de mantenerlos a una temperatura de confort de 20°C durante todo el invierno, si no se cuenta con hogares aislados, se requiere de **128 TW** aproximadamente.

Para tener una referencia este valor es muy similar a la **energía eléctrica total consumida en Argentina durante todo el año 2016** (132 TW).

Si bien este valor es suponiendo el 100% de las viviendas sin aislación, y nuevamente sin perder de vista que gran parte de la demanda de energía en calefacción es suplida por otras fuentes (gas principalmente), podemos concluir que la energía necesaria para calefaccionar es significativa.

Podemos ver también que, con la aislación propuesta, ese valor se **reduce en 55 TW**, esto es un **42,42%**. Esta reducción representa también un ahorro más que significativo.

Teniendo en cuenta que en este trabajo nos focalizamos en estrategias de ahorro de energía eléctrica, se procederá a cuantificar cuanto representa este ahorro para dicha fuente, y también se hará un breve análisis del ahorro en gas a modo de complemento, ya que para el repago de la inversión será fundamental también.

### ***Energía necesaria para refrigeración***

Si bien el análisis para el caso de refrigeración es distinto, ya que el coeficiente de pérdidas volumétricas de calor G es definido y utilizado solo para condiciones en que el flujo de calor es desde el interior de la vivienda hacia el exterior, asumimos que el ahorro en refrigeración porcentualmente será similar, fundamentalmente por los siguientes puntos:

- La aislación instalada es una sola. Tenga la dirección que tenga el flujo de calor, las propiedades de conductividad de los materiales se mantienen constantes.
- Las dimensiones de las viviendas se mantienen constantes

De aquí que estimamos que el porcentaje de ahorro calculado para el caso de calefacción, **42%**, es también aplicable para el caso de refrigeración.

### ***Consumo de energía eléctrica en calefacción***

Para poder estimar la cantidad de energía eléctrica destinada a calefaccionar hogares en el país se partió de los consumos de energía eléctrica totales en cada región. Posteriormente estimamos la cantidad de energía eléctrica consumida por el sector residencial a partir de los porcentajes de participación residencial regionales. Finalmente se estimó el valor buscado mediante los porcentajes de participación de la calefacción dentro del consumo eléctrico de un hogar.

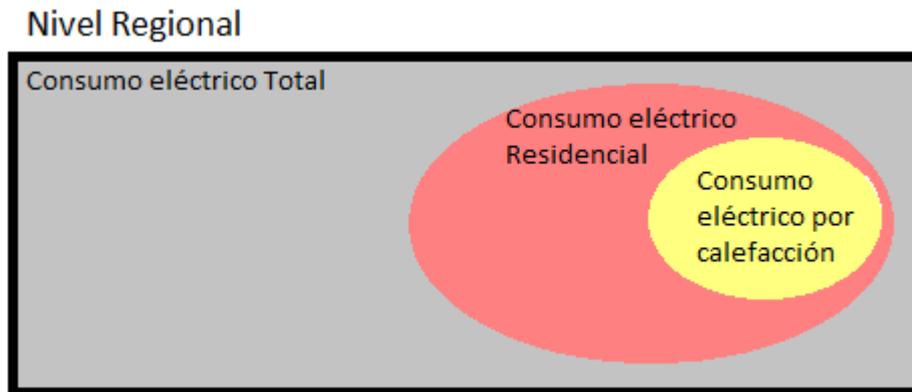


Figura 14. Esquema utilizado para estimar el consumo eléctrico en calefacción.

Para lograr una mejor estimación del consumo a nivel nacional, se le agregan a esta parte del análisis a las ya mencionadas regiones, la provincia de buenos aires (descontando el consumo de la plata el cual ya está contemplado en EDELAP), Entre Ríos, San Juan y San Luis.

Las provincias de Catamarca, Chaco, La Rioja, Corrientes, Misiones, Formosa, Salta, Jujuy, Tucumán y Santiago del Estero no se analizan a modo de facilitar el cálculo. Descartamos estas provincias ya que al combinar la baja carga térmica invernal de estas zonas con la baja cantidad de viviendas no presentan un consumo eléctrico en calefacción significativo en relación a las regiones principales estudiadas.

#### *Consumo eléctrico total y consumo residencial*

Un informe de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) sobre la demanda eléctrica regional en el país proporcionó los datos de consumo eléctrico total y participación del consumo residencial para cada región.

#### *Consumo eléctrico por calefacción en hogares*

Un estudio realizado en la ciudad de Mar del Plata en el año 2012 arrojó los siguientes resultados en cuanto a la distribución del consumo de la energía eléctrica en hogares:

**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Los resultados obtenidos a partir de la información recogida en las encuestas pueden sintetizarse de la siguiente manera:

*Distribución de la energía eléctrica consumida por usuario*

De los datos procesados surge que el 32% de la energía consumida en una vivienda promedio corresponde a iluminación y el 33% a la conservación de alimentos como se aprecia en la Figura y Tabla . El porcentaje de consumo en iluminación es alto en relación a otros países donde representa menos del 20%. (Tanides y Furfaro, 2010; Jacob et al, 2012).

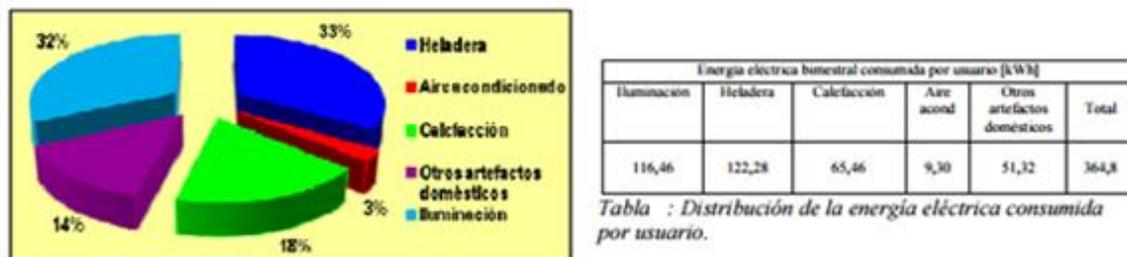


Figura 15. Distribución de la Energía Eléctrica.

Detrás de la heladera y la iluminación que representan alrededor de un 65% del consumo eléctrico en hogares, aparece la calefacción representando un 18 %.

Siendo la demanda de calefacción en un hogar algo directamente proporcional con la carga térmica del lugar, es natural que este porcentaje varíe según la región en la que se encuentre. Es por este motivo que estimamos el porcentaje de energía eléctrica destinada a calefacción en cada región tomando como base este 18% en Mar del Plata y ponderándolo según la carga térmica (en grados día) de cada lugar. Obtuvimos la siguiente tabla:

Región	Grados Día (°C) (invierno)	Participación de la calefacción en el consumo eléctrico residencial
Mar del Plata	2180	18,00%
CABA y GBA	1221	10,08%
La Plata y alrededores	1497	12,36%
Mendoza	1556	12,85%
Santa Fé	914	7,55%
Cordoba	991	8,18%
Neuquén	2183	18,02%
Rio negro	3885	32,08%
La Pampa	1802	14,88%
Chubut	2240	18,50%
Santa Cruz	4541	37,49%
Tierra del Fuego	5215	43,06%

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

Buenos Aires (Sin LP)	1497	12,36%
Entre Ríos	979	8,08%
San Juan	1275	10,53%
San Luis	1297	10,71%

*Tabla 16a. Participación de la calefacción en el consumo eléctrico.*

### *Resultado*

Finalmente, con la información previamente mencionada, logramos estimar el consumo eléctrico en calefacción residencial a nivel regional y a nivel nacional. A continuación, los resultados:

<b>Región</b>	<b>Consumo Total (MWh/año)</b>	<b>Consumo Residencial (%)</b>	<b>Consumo Residencial (MWh/año)</b>	<b>Consumo Calefacción (%)</b>	<b>Consumo Calefacción (MWh/año)</b>
CABA y GBA	38.399.959	40,00%	15.359.984	10,08%	1.548.540
La Plata y alrededores	3.000.000	46,70%	1.401.000	12,36%	173.171
Mendoza	4.847.071	25,00%	1.211.768	12,85%	155.684
Santa Fe	9.317.232	27,00%	2.515.653	7,55%	189.851
Córdoba	6.879.543	35,00%	2.407.840	8,18%	197.023
Neuquén	1.982.598	20,00%	396.520	18,02%	71.472
Rio negro	1.504.648	25,00%	376.162	32,08%	120.665
La Pampa	547.987	42,00%	230.155	14,88%	34.244
Chubut	3.058.904	11,00%	336.479	18,50%	62.233
Santa Cruz	581.378	29,00%	168.600	37,49%	63.216
Tierra del Fuego	379.745	30,00%	113.924	43,06%	49.055
Buenos aires (sin LP)	9.079.298	40,00%	3.631.719	12,36%	448.900
Entre Ríos	2.429.891	37,00%	899.060	8,08%	72.675
San Juan	1.587.461	41,00%	650.859	10,53%	68.519
San Luis	1.254.787	28,00%	351.340	10,71%	37.626
					<b>3.292.876</b>

*Tabla 16b. Consumo eléctrico para calefacción.*

El consumo eléctrico anual en calefacción de hogares a nivel nacional estimado es de **3.29 TWh**.

**Nota:** Este cálculo se realizó a partir de una estimación del consumo promedio de un hogar. Hay que tener en cuenta que, si bien esto sirve para estimar el valor macro, si analizamos el impacto de aislar una vivienda particular, este no va a ser igual dependiendo de que equipo se use. Por ejemplo, una estufa eléctrica consume 3 veces más energía que un AA en función calor. De esta manera, el ahorro de energía en una vivienda que utiliza estufa eléctrica para calefaccionar será 3 veces superior al de una calefaccionada con AA. Lo mismo ocurrirá para viviendas calefaccionadas con otras fuentes: con estufa a gas de tiro balanceado el impacto será intermedio ya que su rendimiento es intermedio y lógicamente el ahorro energético será en dicho combustible y no en electricidad.

### ***Consumo de energía eléctrica en refrigeración***

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica en refrigeración el análisis fue distinto al de la calefacción. Siendo los A/C los equipos más representativos del consumo eléctrico en refrigeración se centró el análisis en estos.

#### *Cantidad de A/Cs en el país*

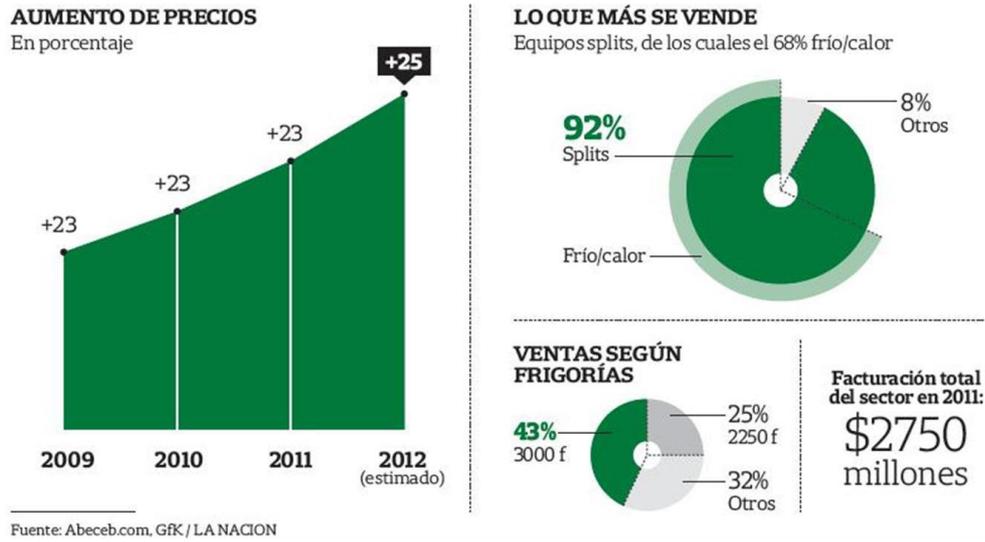
A partir de un estudio de la consultora GFK se obtuvo los valores de porcentaje de viviendas equipadas con AC en Argentina y, entre aquellas viviendas equipadas, cantidad promedio de AC por vivienda. Con los datos de cantidad de viviendas del censo se estimó la cantidad de A/C en el país:

<b>Viviendas equipadas con AC (%)</b>	0,33
<b>AC por vivienda</b>	1,5
<b>Total de viviendas</b>	11.317.507
<b>Cantidad de A/C</b>	<b>5.602.166</b>

*Tabla 17. Cantidad de A/C en Argentina.*

*Tipos y consumo de A/C utilizados*

A partir del estudio de la consultora se obtuvo los tipos de A/C más vendidos en el país y su participación:



Tomando un promedio de utilización de A/C de 2 hs al día, se obtuvo el consumo mensual en KWh por tipo de AC. Con este dato y los datos anteriormente mencionados se estimó la cantidad y consumo de AC por tipo y el consumo total anual en refrigeración. A continuación, los resultados:

AC (frigorías)	Consumo Mensual KWH	Participación	Cantidad de A/C	Consumo Anual MWH
3500	96,75	-	-	-
3000	82,35	43%	2.408.931	2.380.506
2250	60,75	25%	1.400.541	1.020.995
Otros	79,95	32%	1.792.693	1.719.910
			<b>TOTAL</b>	<b>5.121.410</b>

Tabla 18. Consumo eléctrico por categoría de A/C.

El segmento “otros” incluye todos los tipos de AC salvo los de 3000 y 2250 frigorías. A modo de simplificar los cálculos se estimó el consumo de este segmento como el promedio del consumo de los AC.

El consumo eléctrico anual en refrigeración de hogares se estimó en **5.12 TWh**.

### ***Ahorro de energía eléctrica***

Como resultado del análisis anterior, estimamos un consumo anual en energía eléctrica para calefaccionar y refrigerar hogares de **8.41 TWh**.

Este valor representa un **6,37%** del **total de energía eléctrica consumida en Argentina durante todo el año 2016** (132 TWh).

Como se indicó en la sección anterior, la energía total necesaria para lograr mantener la temperatura de los hogares en una zona de confort, se reduciría en un **42%** si estos estuviesen aislados con el sistema constructivo propuesto.

Asumimos que esta reducción de 42% en energía necesaria para calefaccionar afectará por igual a todas las fuentes utilizadas para calefaccionar. Es decir que se reduciría un 42% el consumo de gas utilizado para calefaccionar, un 42% el consumo de electricidad, y un 42% el consumo de cualquier otra fuente.

En relación a la energía eléctrica, esta reducción se traduciría en **3,53 TWh** menos de consumo, es decir que el consumo en calefacción pasaría de **8,41 TWh** a **4,88 TWh**.

***Con la aislación propuesta, se estaría reduciendo el consumo total eléctrico nacional en un 2,67%.***

Mas adelante traduciremos este ahorro en valores de generación.

### ***Ahorro de gas***

Como se mencionó anteriormente, a modo de complemento cuantificamos el ahorro en gas natural por la implementación de la estrategia propuesta. Consideramos al menos hacer este breve análisis ya que será de gran importancia a la hora de considerar el repago de la inversión.

Para este análisis se partió de un trabajo del INTI y se tomó en cuenta el invierno solamente, que es la época de mayor consumo de gas por calefacción se presenta. Se considera que el gas consumido por el sector residencial en verano es utilizado para calentamiento de agua y cocción, mientras que en invierno se le suma el consumo en calefacción. De esta manera, la diferencia entre el gas consumido en invierno y en verano nos daría como resultado el gas consumido para calefaccionar.

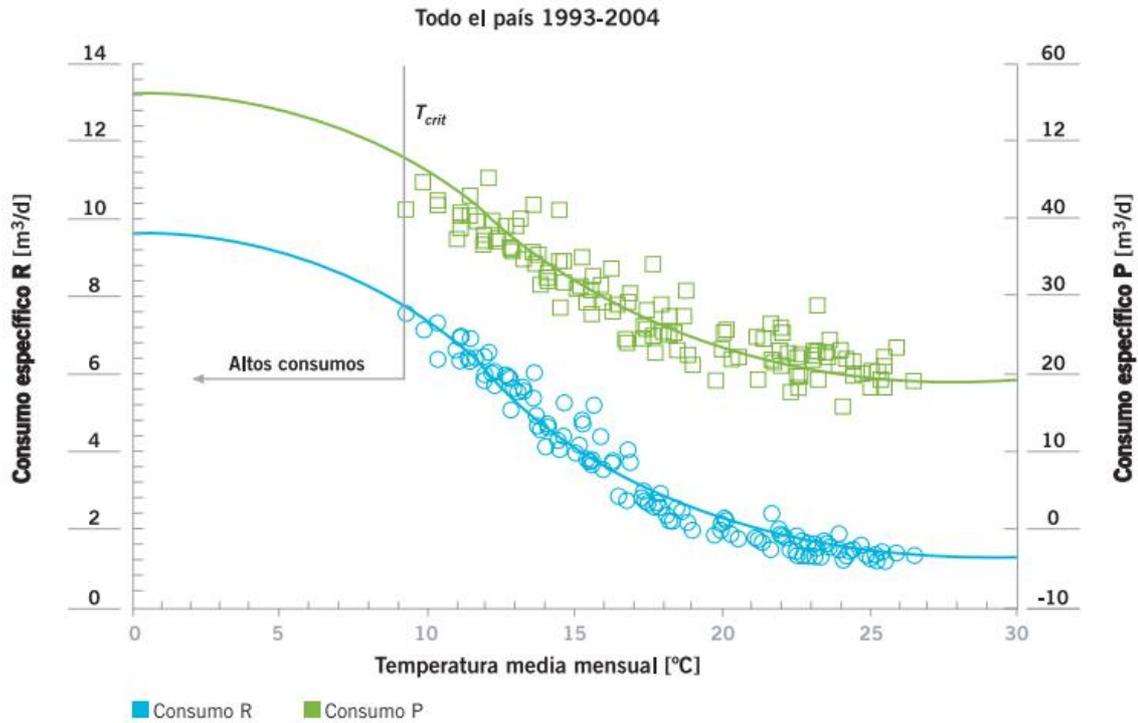


Figura 16. Variación de los consumos específicos residencial (R), Círculos, referidos al eje vertical izquierdo y servicios generales pequeños (P), cuadrados, referidos al eje vertical derecho

Los consumos específicos que se muestran son los consumos diarios (promediados mensualmente) como función de la temperatura media mensual. Las curvas de trazos continuos son las predicciones del modelo descrito en el trabajo. Los datos corresponden a todo el país, Para temperaturas inferiores a  $T_{crit} = 10^{\circ}\text{C}$ , estamos en la región de altos consumos.

En este gráfico obtenido del trabajo “Caracterización de los Inviernos Según su Impacto en el Consumo de Gas Natural” realizado por la gerencia de distribución de Enargas, se muestra el consumo específico residencial en función de la temperatura media mensual.

Tomando una temperatura media mensual de  $10,5^{\circ}\text{C}$  que corresponde a un promedio global invernal para todo el país, obtenemos un consumo específico de  $7,2\text{ m}^3/\text{día}$ .

El consumo en verano está representado por la asíntota a la que tiende la curva, es decir es el valor mínimo de consumo de gas en el año y es de  $1,3\text{ m}^3/\text{día}$ .

Por lo tanto, la diferencia de  **$5,9\text{ m}^3/\text{día}$** , representa el consumo de gas destinado a calefaccionar. Al ser 8.600.000 usuarios al 2017, se obtiene un total de **50,7 millones de  $\text{m}^3/\text{día}$** . El ahorro obtenido por aislación de hogares del 42% se traduciría en **21,3 millones de  $\text{m}^3/\text{día}$** .

## Resumen de Estrategias

En este capítulo desarrollamos las estrategias propuestas para uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial. Las variables cuantificadas por cada estrategia que consideramos de interés para nuestro trabajo son el *Ahorro de Energía Eléctrica*, equivalente en cada etapa del circuito de generación-transporte-distribución-consumo (en valores anuales y a nivel nacional) expresada en GWh, y los porcentajes (%) de ahorro que representan a nivel consumo total del sector residencial, y consumo total nacional de energía eléctrica. A continuación, el resumen de los resultados obtenidos:

Estrategia	1- Asistente Virtual	2- Cargas Fantasma	3- Aislamiento de Viviendas
<b>Ahorro EE Demandada por Usuario (GWh)</b>	<b>5.455</b>	<b>1.688</b>	<b>3.533</b>
Pérdidas de Distribución	13,00%	13,00%	13,00%
<b>Ahorro EE Demandada por Distribuidoras (GWh)</b>	<b>6.270</b>	<b>1.940</b>	<b>4.061</b>
Pérdidas de Transmisión	2,70%	2,70%	2,70%
<b>Ahorro EE Generada (GWh)</b>	<b>6.444,11</b>	<b>1.994,07</b>	<b>4.173,61</b>
Rendimiento promedio Sistema de Generación	54,20%	54,20%	54,20%
<b>Ahorro Fuente/Recurso (GWH)</b>	<b>11.889</b>	<b>3.679</b>	<b>7.700</b>

Tabla 19a. Ahorros de energía obtenidos por cada estrategia.

Estrategia	Ahorro en Energía Eléctrica (% del Total Demandado por Residenciales)	Ahorro Energía Eléctrica (% del total demandado)
1- Asistente Virtual	11,01%	4,72%
2- Cargas Fantasma	3,41%	1,46%
3- Aislamiento de Viviendas	7,13%	2,66%

Tabla 20b. Ahorros de energía obtenidos por cada estrategia.

Pensando en la aplicación de estas estrategias, hay que tener en cuenta lo siguiente. La estrategia 1 y la estrategia 2 están orientadas a una mayor concientización y participación del consumidor final. La estrategia 1 al ser más amplia incluye distintas formas de participación del usuario final mediante el asistente virtual. Por otro lado, la estrategia 2 es una de las formas de participación posibles del usuario final para hacer más eficiente el uso de la energía eléctrica.

Es por esto que no las podemos considerar como independientes y combinar los resultados directamente. Lo que proponemos aquí es combinar las estrategias en dos escenarios diferentes posibles. En ambos escenarios se combina a cada una de las estrategias

1 y 2 con la estrategia 3 la cual si es independiente de la aplicación de las otras 2. Definimos entonces los escenarios:

- **Escenario 1:** escenario de menor grado de inversión y de menor dificultad de aplicación, pero de resultados moderados. Incluye *Estrategia 2: Cargas Fantasma* y *Estrategia 3: Aislamiento de Viviendas*
- **Escenario 2:** escenario de mayor inversión y mayor grado de dificultad de aplicación, pero con resultados más significativos. Incluye *Estrategia 1: Asistente Virtual* y *Estrategia 3: Aislamiento de Viviendas*.

A continuación, los resultados para cada escenario:

Escenario	% EE Total Demandada por Residenciales	% EE Total Demandada	Ahorro Generación EE (GWh)
Escenario 1	10,53%	4,51%	6.168
Escenario 2	18,13%	7,77%	10.618

Tabla 21. Ahorros de energía obtenidos por cada escenario.

Considerando que por ejemplo Termoeléctrica M Belgrano SA en 2016 generó 5258 GWh, o que Central Térmica Dock Sud generó 5026 GWh el mismo año, o que Central Térmica AES Paraná generó 5493 GWh, el ahorro estimado por los escenarios propuestos es muy significativo ya que para generar esta energía que se está ahorrando son necesarias aproximadamente *una o dos centrales térmicas de 800 MW*.

En el siguiente capítulo se procederá a analizar la viabilidad de aplicación de las estrategias y escenario propuestos en este capítulo.

## Proyección de la demanda

El Comité Ejecutivo de la Plataforma Escenarios Energéticos Argentina elaboró un informe en 2015 donde asumió la responsabilidad de consensuar un escenario tendencial, denominado Escenario BAU (por sus siglas en inglés, Business as Usual). El mismo representa lo que el Comité Ejecutivo considera que acontecería en el sector energético de mantenerse la actual tendencia.

En el escenario BAU, la demanda de energía eléctrica alcanza los 251.040 GWh en el año 2035, lo que implica una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, por sus siglas en inglés) del 3,9%. Con un factor de carga promedio de 70%, la potencia total instalada requerida para abastecer a dicha demanda se estima en 73.1 GW para el año 2035, lo que implica un incremento del 130%, asociado a una tasa de crecimiento del 3,9% anual.

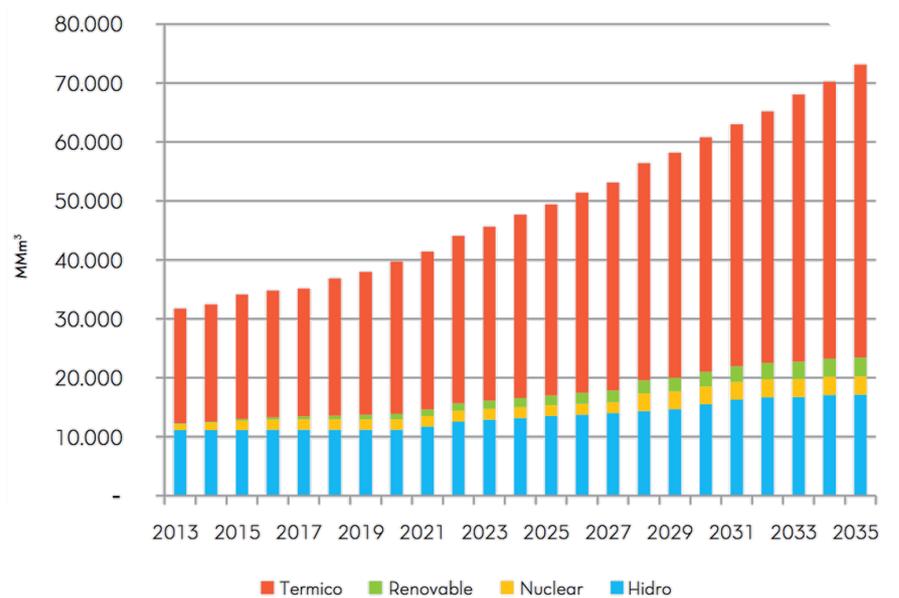


Figura 17. Demanda de energía eléctrica escenario BAU.

De mantenerse los porcentajes de ahorro estimados para los escenarios propuestos los niveles de consumo de energía eléctrica proyectados hacia 2035 resultarían en los siguientes valores, comparados contra el escenario BAU y tomando como año base el 2016:

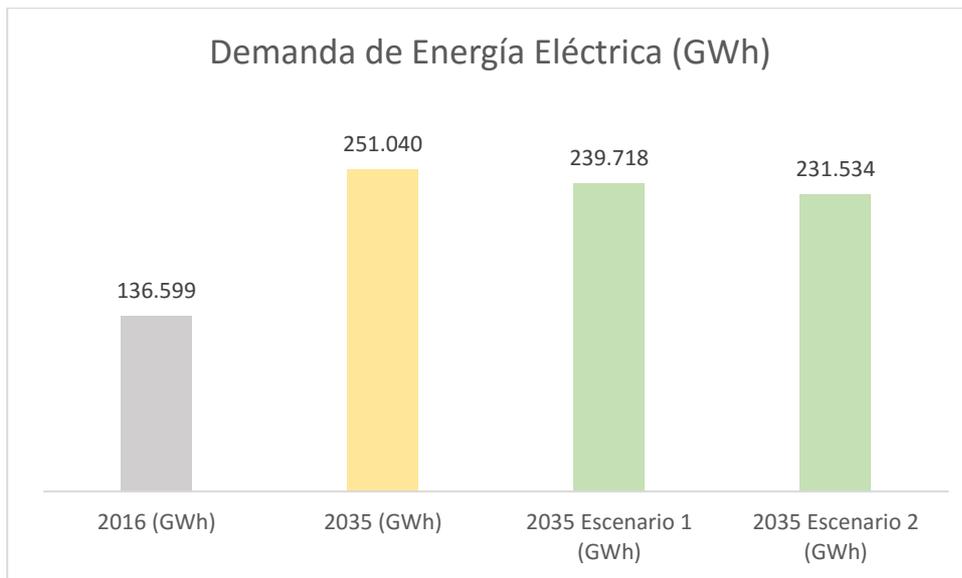


Figura 1815. Demanda anual de energía eléctrica para cada escenario.

Los ahorros anuales en demanda de energía representan **11.322 GWh** para el Escenario 1 y **19.506 GWh** para el Escenario 2 con respecto a la proyección BAU.

## **CAPÍTULO 3: VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE STAKEHOLDERS**

### **Introducción**

En el capítulo anterior, hemos desarrollado las estrategias propuestas para el uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial. Logramos cuantificar el beneficio de cada una y de la combinación de las mismas obteniendo resultados significativos.

En este capítulo, se pretende, más allá de los resultados obtenidos, estudiar la aplicabilidad de las estrategias en el contexto energético en que nos encontramos. Para esto, identificamos y analizamos a los distintos *actores involucrados en la aplicación de dichas estrategias o stakeholders*.

Consideramos un *actor involucrado o stakeholder* a todo grupo o entidad afectada de manera positiva o negativa por la aplicación de las estrategias o que pueda influir de manera positiva o negativa en la aplicación de las estrategias.

Está claro que hay innumerables actores involucrados en la aplicación de estas estrategias, pero a efectos de este trabajo presentamos y desarrollamos a aquellos que consideramos más importantes de acuerdo a los criterios que proponemos en la siguiente sección.

Si bien no es de menor importancia y analizamos a los actores económico-financieros, queda fuera del alcance de este trabajo el análisis cuantitativo de la inversión necesaria y periodos de repago de dicho proyecto.

## Stakeholders

Presentamos a los stakeholders identificados para la aplicación de las estrategias desarrolladas en el capítulo anterior:

- Consumidor Final
- Estado
- Generadores
- Transportista
- Distribuidoras
- Bancos/Entidades Financieras
- Industria de la construcción

Para analizar a los mismos, confeccionamos la siguiente tabla basándonos en dos criterios que consideramos esenciales: el *poder* y el *interés* del actor en cuestión. Es tan importante entender cuál es el *interés* que tienen los distintos grupos o actores por el desarrollo de las estrategias como entender cuál es el *poder* de acción que tiene cada uno de ellos.

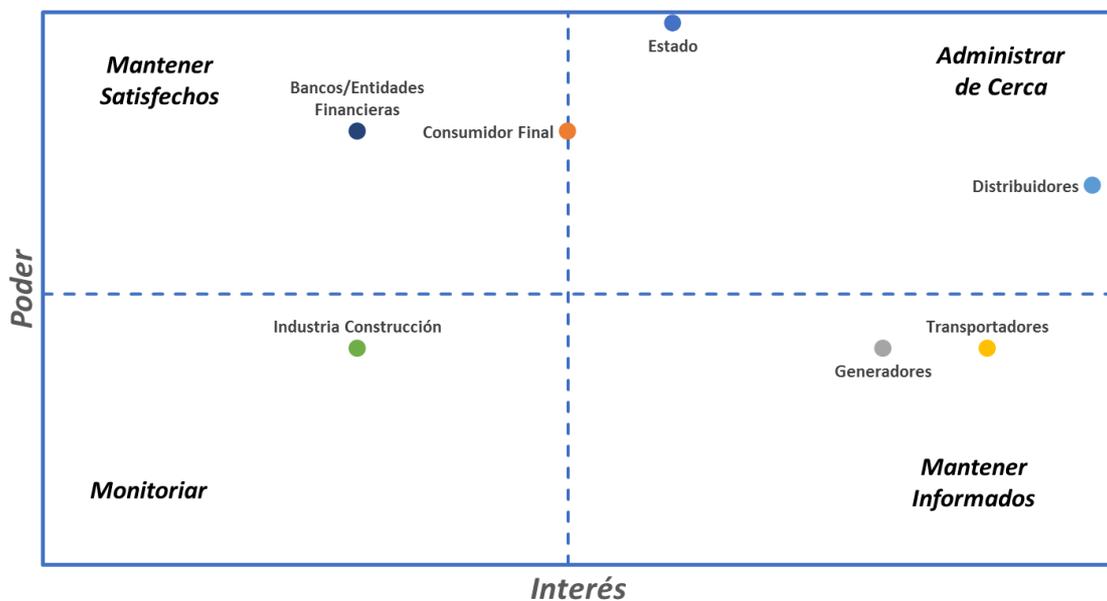


Figura 169. Posicionamiento de Stakeholders según su poder e interés.

Esta categorización nos permite visualizar de manera más sencilla la situación de cada stakeholder y la manera de lidiar con cada uno de ellos.

Como regla general, quienes tengan mayor interés y poder de acción, deberán estar informados, involucrados y se deberá lograr que apoyen el proyecto. Aquellos con gran poder de acción, pero menos interesados se los deberá mantener adecuadamente informados y satisfechos. Aquellos interesados, pero con bajo poder de acción se los deberá mantener informados y se deberá monitorear su poder de acción, en algunos casos pueden proporcionar información valiosa para el proyecto. Por último, los menos interesados y con bajo poder de acción deben ser monitoreados teniendo en cuenta que su interés o poder sea el esperado o no se modifique.

A continuación, haremos una breve descripción de la situación de cada stakeholder y del tratamiento o acción que será necesaria para que la aplicación de las estrategias propuestas sea viable, y que los resultados obtenidos en el capítulo dos puedan ser alcanzados. Para este análisis nos basamos en las siguientes preguntas:

- ¿Qué interés tienen en el resultado de la implementación de las estrategias? ¿Éste es positivo o negativo?
- ¿Qué es lo que más los motiva?
- ¿Qué información requieren? ¿Cómo enviarles la información?
- ¿Cuál es la opinión sobre las estrategias?
- ¿Quién influencia sus opiniones respecto de las estrategias? Por lo tanto, ¿estos influenciadores se convierten en stakeholders importantes?
- Si no apoyaran el proyecto, ¿qué puede asegurar su soporte?, y si no se puede lograr su apoyo, ¿cómo se manejará su oposición?
- ¿Quién se puede ver influenciado por sus opiniones? ¿Estos a su vez son stakeholders importantes?

### 1) *Estado*

El estado es sin duda el actor fundamental en cualquier iniciativa en materia energética.

Como bien planteamos en los primeros capítulos, para afrontar la actual crisis energética, no es una solución específica la que hay que encontrar, sino que es necesario un conjunto de políticas energéticas, que involucre a todos los actores del sector eléctrico argentino y que sea parte de un plan integral energético a largo plazo. Lógicamente es el estado quien debe promover, impulsar, financiar gran parte, coordinar y orientar las políticas y estrategias necesarias en pos de este plan integral de largo plazo para lograr un desarrollo y un crecimiento sostenido del sector.

#### *Programas de eficiencia energética*

Como parte de este plan energético de largo plazo, y dentro de lo que es el enfoque de este trabajo, para lograr disminuir la demanda eléctrica mediante el uso eficiente de la energía eléctrica, el estado deberá promover programas de eficiencia energética. ***Estos programas deberán contemplar a los distintos actores del sector e involucrados: generadores, transportistas, distribuidores, industria de la construcción, entidades financieras y consumidores finales procurando que cada actor se interese de manera positiva, apoye e impulse la iniciativa.***

En otros países ya se ha estado tomando conciencia de la importancia y los beneficios del uso eficiente de la energía. Un ejemplo es EEUU mediante los “Natural Gas Efficiency Programs”. En los últimos años a través de estos programas, ha cobrado importancia las decisiones de los consumidores respecto al uso eficiente de la energía, tanto en el plano económico para moderar los aumentos de las tarifas con el plano medio ambiental para

reducir las emisiones de gases. Y esto impulsado por las distribuidoras de gas, quienes invierten en programas de eficiencia energética, y se ven también beneficiados por alcanzar los objetivos de eficiencia planteados. De esta manera, la política de eficiencia y la concientización de los beneficios genera un contexto en el que en todas las etapas de la producción, distribución y consumo de la energía, todos los actores se encuentran involucrados e interesados en que la energía se utilice de manera eficiente.

Este ejemplo es sumamente interesante para lo que es nuestro trabajo, ya que, si queremos lograr que estas estrategias sean aplicables, deberemos garantizar que el sector entero esté comprometido e interesado.

En particular, sabemos que el sector generador funciona a libre competencia y sus ingresos dependen de su potencia disponible despacho y no de la energía generada, y el sector de transporte de la energía se rige con tarifas fijas. Por lo tanto, serán los distribuidores, que se rigen mediante tarifas variables, donde mayor atención habrá que poner y donde mayores cambios se deberán realizar para que apoyen y se involucren en la iniciativa. Más adelante en el análisis de distribuidores nos explayaremos sobre esta idea.

Por otro lado, también será muy importante el involucramiento e interés de los usuarios finales para que el programa de eficiencia sea viable.

Por último, el estado deberá crear y exigir el cumplimiento de distintas normas que favorezcan el desarrollo de estas estrategias o crear beneficios que fomenten el programa de eficiencia como lo es por ejemplo la limitación de los materiales y técnicas de construcción o las tarifas eléctricas que varíen según la categoría de consumo.

En el análisis de cada stakeholder se verá su vinculación con el estado y el programa de eficiencia energética.

### *Inversión y beneficios*

El estado deberá también tener en cuenta la inversión necesaria para el desarrollo de las estrategias y principalmente en el desarrollo del programa de eficiencia energética. Si bien parte de la inversión puede ser trasladada al consumidor final o a las distribuidoras, es quien deberá impulsar las iniciativas y por lo tanto hacerse cargo de la mayor parte inversión o involucrar a las entidades financieras que apoyarán el proyecto.

Si bien esto requiere de una gran inversión, a largo plazo se lograrán satisfacer la demanda con menos inversiones en generación, se obtendrá mejor calidad de servicio, menor saturación de las redes, menores gastos de mantenimiento y de inversión en infraestructura, menor gasto público en subvencionar tarifas, y menor necesidad de importar combustibles.

El análisis cuantitativo de la inversión y el período de repago queda fuera del alcance de este trabajo.

## 2) *Consumidor Final*

Los consumidores serán un stakeholder importante. Lógicamente tiene un cierto poder, ya que para ser efectivas las estrategias de ahorro energético se requiere de su compromiso e involucramiento en las mismas. En cuanto al interés los situamos con un interés medio.

Hoy en día no hay en la sociedad una preocupación general por el medio ambiente y el uso racional de los recursos, producto de las políticas de la última década que no se ocuparon de promover esto en la sociedad. Si bien en general se está de acuerdo en que no se puede seguir despilfarrando la electricidad como se viene haciendo, la gente no está dispuesta a sacrificar comodidad y cambiar costumbres y actitudes para poder solucionar el problema. En general, la gente cree que su ahorro no hace la diferencia, entonces elige no sacrificar comodidad ya que ve que no ocasionaría ningún impacto

Sumado a esto, las tarifas congeladas desde 2001 tampoco motivaban económicamente a los consumidores al ahorro energético, ya que el impacto en su bolsillo era muy bajo.

Esto creemos que puede comenzar a cambiar a partir de los cambios tarifarios del actual gobierno, y especialmente potenciado por el programa de eficiencia energética planteado anteriormente.

Por un lado, el hecho de existir un programa impulsado por el estado que promueva el cuidado del medioambiente mediante el uso eficiente de la energía generaría una sensación en el consumidor de que su ahorro no es un esfuerzo aislado y que por lo tanto contribuye a generar un impacto.

Por otro lado, el programa debe proponer a partir de las tarifas, un incentivo económico a los consumidores a ahorrar energía. Las tarifas son elaboradas en base a un equilibrio entre los distintos objetivos: cumplir regulaciones, sustentabilidad del negocio, equidad entre consumidores, y se debería incluir la eficiencia energética. Para esto deben estar compuestas por una parte que se deba pagar obligatoriamente y parte de la tarifa que se pueda evitar mediante el uso eficiente de la energía.

Algunos modelos de tarifas que promueven la eficiencia energética que son utilizados en otros países son los siguientes:

- Tarifas en bloque ascendente: este modelo consiste en aumentar las tarifas que superen un bloque mínimo de consumo, o un umbral de consumo. De esta manera, consumidores cuyo consumo este entre 0KWh y “X” KWh, pagarán una tarifa, y aquellos que superen los “X” KWh pagarán una superior. Se puede escalar en distintos bloques penalizando aquellos cuyo consumo sea excesivo. Es importante que el consumidor este informado y sepa en que bloque esta y cuando supera el umbral de un bloque modificando su tarifa.
- Tarifa temporada: tarifas que varían de acuerdo a la temporada. De esta manera se eleva el valor de las tarifas en las épocas de mayor demanda.
- Tarifa TOU (Time of Use): tarifas que varían a lo largo del día. Puede ser por ejemplo tres tarifas distintas dependiendo el horario. De esta manera en horarios pico la tarifa se eleva, provocando una reducción en el consumo a nivel general

o generando una redistribución del consumo de energía por parte del consumidor aliviando así las redes eléctricas.

### 3) *Distribuidoras*

Las distribuidoras serán uno de nuestro stakeholders más importantes. Como vemos en el diagrama, por el cuadrante en el que se ubican consideramos que tienen tanto interés como poder de influir en lo que es la aplicación de estas estrategias.

Como vimos en el capítulo 1, los distribuidores son empresas que poseen una concesión por parte del estado para distribuir energía eléctrica a los consumidores, con el deber principal de suministrar toda la demanda de electricidad en su área de concesión exclusiva, a un precio “tarifa” y en virtud de condiciones establecidas en la normativa.

El poder de las distribuidoras es claro. Son ellas el nexo entre las redes de transporte nacionales y los usuarios finales de su área de cobertura. Por lo tanto, un correcto funcionamiento de el eslabón distribuidores en esta cadena es crítico.

En cuanto al interés, es muy importante tener en cuenta el esquema económico de las distribuidoras. Sus ingresos serán lógicamente proporcionales al precio de la energía y a la cantidad de energía distribuida:

$$I = Q_e \times P_e$$

De esta manera, la aplicación de estrategias que disminuyan la demanda energética implica una caída en sus ingresos.

Es cierto que las distribuidoras tienen el deber de cubrir el área de cobertura establecido en el contrato de concesión, a una determinada tarifa y en determinadas condiciones. Pero la aplicación de este tipo de estrategias no puede descuidar el hecho de que las distribuidoras como cualquier otro negocio necesitan ser sustentables, y que esta pérdida de ingresos ocasionada por la disminución de la energía distribuida debe ser compensada para asegurar que se pueda seguir cumpliendo con el servicio en las mismas condiciones.

De aquí nuevamente, la importancia del programa de eficiencia energética que debe llevar a cabo el estado para que las distribuidoras no se vean perjudicadas y se involucren y apoyen el proyecto.

Como se describió en la parte de consumidores finales, parte de la tarifa se debe constituir de manera que pueda ser evitada por el consumidor mediante el uso eficiente de la energía. La otra parte de la tarifa debe ser fija e independiente del nivel de consumo. De esta manera se logrará compensar parte de estas caídas de ingresos.

Por otro lado, parte de las pérdidas debe ser compensado por el estado. Esta compensación estará sujeta también a determinados objetivos establecidos en el programa de eficiencia energética. De esta manera se incentivará a las distribuidoras a que promuevan el uso eficiente de la energía a los consumidores finales ya que estos ingresos aumentarán cuando menor sea la cantidad de energía demandada en su área de cobertura. Claro está que se debe seguir satisfaciendo la demanda de su área de cobertura, a la tarifa acordada y en las condiciones de servicio pactadas.

Pensando en la calidad del servicio eléctrico justamente, la disminución de la demanda puede resultar beneficiosa. Debido a que por los últimos 15 años las tarifas estuvieron prácticamente congeladas, como se explicó en detalle en el capítulo 1, las empresas distribuidoras no realizaron las inversiones pertinentes para mantener un adecuado nivel de servicio a sus usuarios. Al incrementar la demanda de energía, debido al crecimiento del país, esto ocasiono que el sistema eléctrico estuviera siendo exigido por demás de sus capacidades. Por lo tanto, en el mediano plazo un ahorro de energía significativo podría ocasionar que las inversiones necesarias para actualizar el sistema requieran de menos dinero o se puedan hacer más paulatinamente.

Tomando como ejemplo el mencionado caso sobre gas natural en EEUU, en el año 2006, las distribuidoras mediante distintos programas de eficiencia lograron ayudar a los consumidores del sector residencial a reducir el consumo en 9.5 trillones de BTU (British Termal Units). Como parte del programa se proveyó a los consumidores de distintas herramientas, incentivos e información que les permitió entender y reducir el consumo de energía.

Concretamente este caso nos sirve para ver cómo es fundamental apalancar las estrategias 1 y 2 en las distribuidoras, quienes terminarán incentivando a los usuarios finales.

#### **4) Bancos/Entidades Financiera**

La importancia de los bancos como stakeholders reside en el hecho de que son los organismos de crédito que pueden brindarle a las compañías los fondos necesarios para poder llevar a cabo las inversiones en materia de sustentabilidad energética.

La motivación principal es poder prestar plata a una industria que no está muy apalancada producto de los malos números de los últimos años y que ahora que le dieron tarifas tiene un futuro promisorio. Estos los puede interesar en financiar las obras de inversión que se tienen que llevar a cabo para mejorar el sistema de transporte y distribución para mejorar el servicio.

Ubicamos a estas entidades en el cuadrante superior izquierdo, ya que tienen un poder importante al proveer de los fondos necesarios para los proyectos, ya que de no querer hacerlo estos a lo mejor no se puedan llevar a cabo. A su vez, tienen un interés por debajo de la media ya que el dinero lo pueden alocar donde a ellos más les convenga, y si estos proyectos representan una oportunidad de inversión satisfactoria lo pueden hacer como no, no se ven obligados a hacerlo.

Los bancos pueden financiar estas obras de forma bilateral con cada empresa o en conjunto con otros bancos u organismos de crédito. A partir de préstamos de largo plazo pueden colocar dinero a una tasa provechosa para ellos. La correcta implementación de las soluciones es clave para disminuir el riesgo de repago del préstamo.

La información importante es brindar con detalle las inversiones necesarias para llevar a cabo las soluciones y el flujo de fondos futuros de estas inversiones por el cual será repagado el dinero solicitado.

Su opinión respecto de financiar las estrategias o no, se ve influenciada por los riesgos de implementación de estas estrategias, que pueden afectar los flujos de repago del dinero. Además, es ven influenciados por los accionistas y management de las entidades que pueden ser adversar a tomar el riesgo que estos proyectos representan, o la rentabilidad no les es suficiente.

### **5) *Industria de la Construcción***

Consideramos a la industria de la construcción un stakeholder secundario. Si bien lo posicionamos con un cierto interés ya que el sector se verá afectado por los cambios de regulación impulsados por las políticas energéticas del estado, su poder de acción es acotado. El proyecto no afecta el crecimiento de la industria, pero si limita los materiales y las técnicas de construcción obligando a actualizar la tecnología de la industria para adaptarse a las regulaciones energéticas.

### **6) *Generadores***

Estarán interesados mientras las soluciones signifiquen una disminución en la demanda que se traduzca en una menor generación y por lo tanto una menor necesidad de incrementar la capacidad de generación. Debido a que los generadores reciben tarifa por la potencia que tienen disponible para despachar y no la cantidad de energía, el hecho que disminuya la demanda y por ende la generación no los afecta en sus ganancias directamente.

Por otro lado, existe una prioridad de despacho por el cual se ordena qué maquinas deben generar energía primero por orden de eficiencia y menor costo marginal. Tras la aplicación de las soluciones de eficiencia energética, existirá una menor demanda que satisfacer, por lo tanto, esto puede ocasionar que las maquinas menos eficientes nunca puedan despachar energía por lo que obligará a las compañías generadoras a mantener actualizados sus equipos de generación.

Los generadores se ubican en el cuadrante inferior derecho, porque tienen poco poder para afectar los proyectos. Esto se debe a que se encuentran alejados en la cadena de valor de la energía del lugar donde se aplicarían las soluciones, que es los consumidores finales. Por lo tanto, no pueden influir demasiado en la ejecución de las estrategias. Sin embargo, su interés es elevado, ya que como se explicó anteriormente a pesar de no ser afectado directamente por las consecuencias de las estrategias de ahorro de la energía, al formar parte de la misma cadena de valor que las distribuidoras y consumidores finales, estos se ven afectados a la larga.

### **7) *Transportistas***

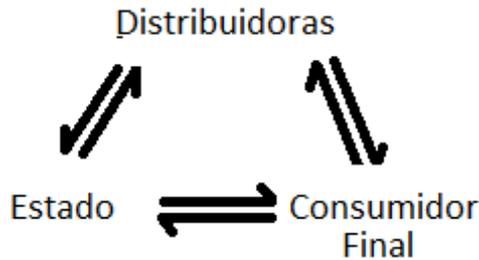
Al igual que los generadores, una disminución en la demanda de electricidad, debido a los ahorros por parte de los consumidores finales, se traduce para los transportistas en una menor inversión en ampliación de la red de interconexión y transformadores. Por lo tanto, se verían motivados a apoyar las ideas, además que ellos no estarían obligados a tener que desembolsar dinero para su implementación, ya que las estrategias apuntan a ser aplicadas por los consumidores finales y distribuidoras.

## Uso Eficiente de la Energía Eléctrica

A las compañías transportadoras les asignamos el mismo poder que las generadoras, ya que consideramos que también como estas no pueden influir en el desarrollo de las estrategias de eficiencia energética. Sin embargo, le asignamos un interés mayor que las generadoras porque el impacto de la eficiencia en la demanda los afecta más directamente, ya que como explicamos arriba, una mayor eficiencia y por ende una menor demanda se traduce en menores inversiones para ampliar el sistema de transporte.

## Resumen de viabilidad de aplicación de estrategias

Para la aplicación de estrategias de uso eficiente de la energía eléctrica, será de vital importancia el compromiso e involucramiento de los distintos actores del sector eléctrico. Consideramos en particular, fundamental la interacción entre los 3 actores principales:



Para lograr que el **consumidor final** incorpore hábitos de eficiencia energética, será imprescindible que el **estado** lo haga parte de un programa de eficiencia energética que, por un lado, premie económicamente a quienes hacen un uso eficiente de la energía y penalicen a quienes no, y por otro lado haga sentir al consumidor con conciencia medioambiental que sus esfuerzos son valiosos para lograr un impacto en el medioambiente.

Las **distribuidoras** serán quienes desarrollen los programas de eficiencia impulsados por el estado, los promueva a los consumidores finales de su área de cobertura, brindándoles todo el soporte posible desde herramientas, información e incentivos que les permita entender y reducir el consumo de energía. El estado deberá también redefinir el esquema económico de las distribuidoras de manera que las pérdidas de ingresos ocasionadas por la caída en la demanda se vean compensadas y que a la vez aumenten en función de los objetivos de eficiencia que alcance la distribuidora.

Por su lado, las compañías **generadoras** y **transportadoras**, a pesar de tener poca injerencia en el resultado de la aplicación de las estrategias, son Stakeholders que juegan su rol en el mercado eléctrico. Por lo tanto, es importante para la viabilidad de estas estrategias, la comunicación con estas empresas para mantener su apoyo, ya que pueden resultar beneficiadas positivamente por los ahorros que se producirán al aplicar las estrategias.

En cuanto a la viabilidad económica de las estrategias, el rol importante lo juegan las **entidades financieras** que son la que pueden llegar a aportar las herramientas para poder financiar los gastos que trae la implementación de las estrategias de ahorro.

Por último, la **industria de la construcción** será la que lleve a cabo principalmente la estrategia de aislamiento del hogar para lograr ahorros energéticos. Por lo tanto, la viabilidad de esta última estrategia se verá afectada por la velocidad con que la construcción adopta los cambios necesarios.

## CONCLUSIONES

La Argentina se encuentra en una compleja situación en materia energética fruto de varios años de malas decisiones de los gobiernos de turno y la falta de un plan integral de largo plazo.

Será justamente el estado quien tenga el rol fundamental para que esto cambie. Será necesaria una política energética que integre a todos los actores del sector eléctrico argentino, y tenga como objetivo el crecimiento sostenido del sector en el largo plazo.

En los últimos años, hemos observado que ha cobrado cada vez una mayor importancia el concepto de eficiencia energética, no solo por la tendencia creciente de la conciencia medioambiental, sino que también como una forma de lograr el beneficio económico. Pero es importante entender al uso eficiente de la energía, no como una estrategia aislada, o como el compromiso de una agrupación o sector, sino como una **política energética**. Es por eso nuevamente que es el estado quien debe impulsar, promover, coordinar y garantizar las condiciones necesarias para que todos los actores del sector eléctrico, generadores, transportistas, distribuidoras y consumidores estén involucrados, comprometidos e interesados en que la energía sea utilizada de manera eficiente.

Dado el contexto argentino y el caso visto de EEUU, consideramos de extrema importancia la relación entre el **estado – distribuidoras – consumidores** finales. El estado deberá impulsar el uso eficiente de la energía eléctrica a los consumidores a través de las distribuidoras, garantizando el beneficio de ambas partes en funciones de objetivos de eficiencia. Aquí jugará un rol fundamental tanto los esquemas económicos de las distribuidoras como las tarifas eléctricas a los consumidores.

Dentro de este esquema en el que la eficiencia energética es una política de estado, en el que las distribuidoras promueven programas de eficiencia a los consumidores finales facilitándoles herramientas, incentivos e información que les permita entender y reducir el consumo de energía, es donde las estrategias para uso eficiente de la energía eléctrica pueden alcanzar su máximo potencial.

Las estrategias propuestas en este trabajo para uso eficiente de la energía eléctrica pueden alcanzar resultados significativos.

En el **primer escenario** planteado, implementando las estrategias de *aislación adecuada de viviendas* y el tratamiento de las *cargas fantasmas*, se lograría reducir la energía eléctrica demandada por los consumidores residenciales en un 9.5%, lo que representa cerca de un **4% de la energía eléctrica total** demandada en el país en 2015.

En el **segundo escenario**, manteniendo la *aislación adecuada de viviendas* y reemplazando el tratamiento de cargas fantasma por una solución más compleja pero más integral como es el *asistente virtual*, se lograría reducir la energía eléctrica demandada por los consumidores residenciales en un 16.5%, lo que representa cerca de un **7% de la energía eléctrica total** demandada en el país en 2015.

Estas reducciones de demanda energética, llevado a valores de generación, se traduce en que la energía que deja de ser necesaria generar equivale aproximadamente a la energía

proporcionada por **una central térmica de 800 MW** como la Manuel Belgrano o 830 MW como la José de San Martín para el **escenario 1**, y de **dos centrales térmicas de 800 MW** para el **escenario 2**.

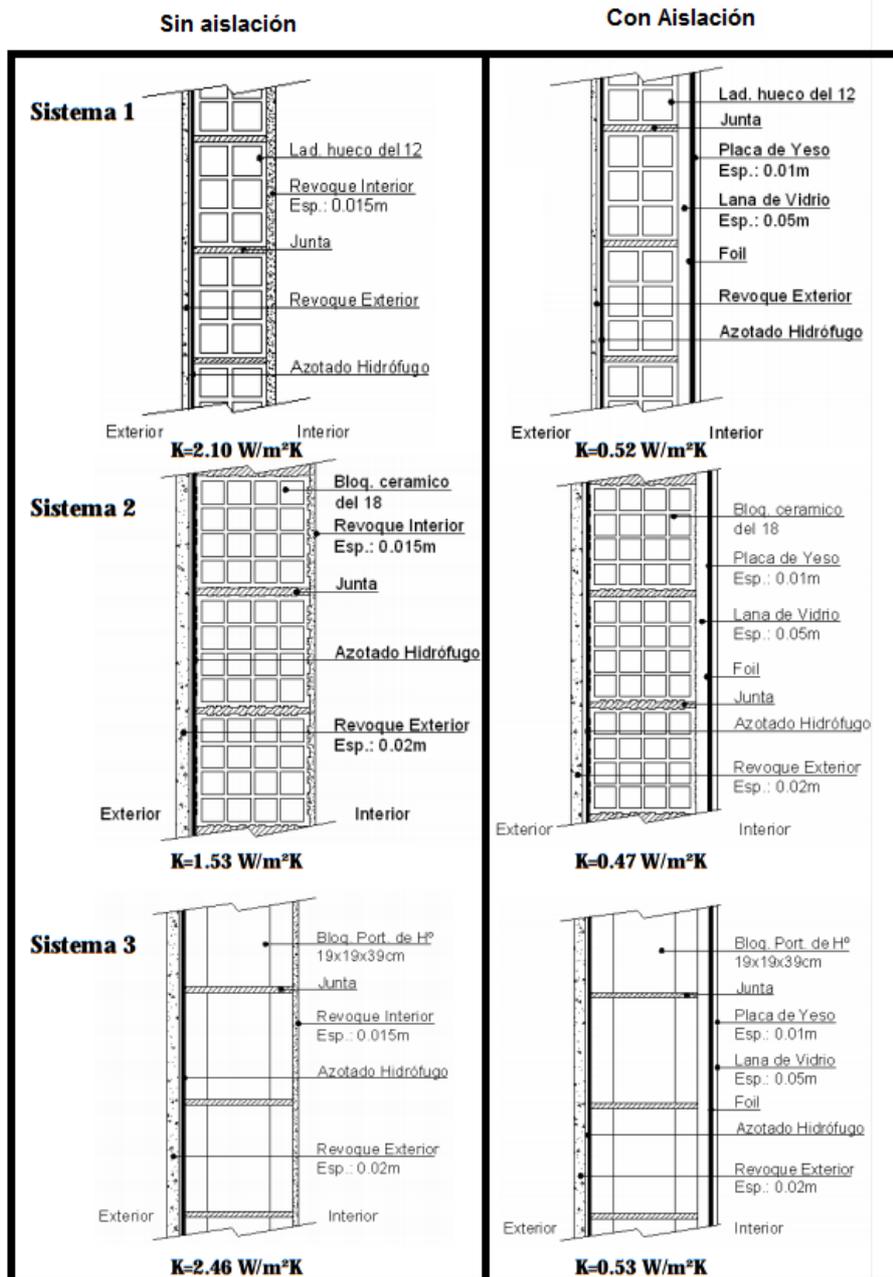
De acuerdo con los valores proyectados por el Comité Ejecutivo de la Plataforma Escenarios Energéticos Argentina para la demanda energética, de mantenerse los porcentajes de ahorro estimados, para el año 2035 la energía ahorrada se duplicaría siendo aproximadamente equivalente a lo generado por 2 y 4 centrales térmicas respectivamente.

# ANEXO

## 1. Datos e información utilizada para el cálculo del coeficiente “G”

A. Transmitancia térmica K de sistemas constructivos elegidos:

### Sistemas Constructivos



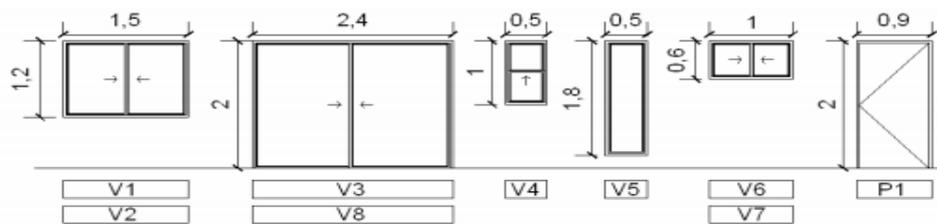
	K sin aislación (W/m²K)	K con aislación (W/m²K)
Techo de Cubierta Metálica	2,50	0,50
Losa de Hormigón Armado	2,27	0,41

B. Tipos de muros por región:

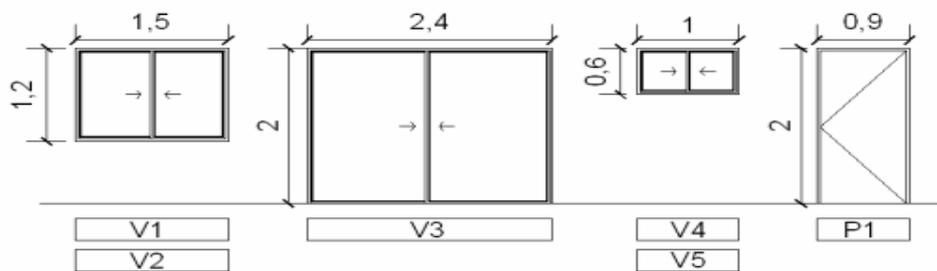
Provincias	Sistema Constructivo	Provincias	Sistema Constructivo
<b>Capital Federal</b>	Ladrillo hueco 12	<b>Misiones</b>	Ladrillo hueco 12
<b>Buenos Aires</b>	Ladrillo hueco 12	<b>Neuquén</b>	Ladrillo hueco 18
<b>Catamarca</b>	Ladrillo hueco 12		Bloque de hormigón
<b>Chaco</b>	Ladrillo hueco 12	<b>Río Negro</b>	Ladrillo hueco 18
<b>Chubut</b>	Bloque de hormigón		Bloque de hormigón
<b>Córdoba</b>	Bloque de hormigón	<b>Salta</b>	Bloque de hormigón
<b>Corrientes</b>	Ladrillo hueco 12	<b>San Juan</b>	Ladrillo hueco 18
	Ladrillo hueco 12	<b>San Luis</b>	Ladrillo hueco 18
<b>Entre Ríos</b>	Ladrillo hueco 12	<b>Santa Cruz</b>	Ladrillo hueco 18
<b>Formosa</b>	Ladrillo hueco 12		Bloque de hormigón
<b>Jujuy</b>	Bloque de hormigón	<b>Santa Fe</b>	Ladrillo hueco 12
<b>La Pampa</b>	Ladrillo hueco 12	<b>Sgo. del Estero</b>	Ladrillo hueco 12
<b>La Rioja</b>	Bloque de hormigón	<b>Tierra del Fuego</b>	Ladrillo hueco 18
<b>Mendoza</b>	Ladrillo hueco 18		Bloque de hormigón
		<b>Tucumán</b>	Bloque de hormigón

C. Dimensiones de las viviendas tipo:

Vivienda Tipo CABA	Casa	Departamento
Superficie (m <sup>2</sup> )	62,47	61,61
Altura (m)	2,7	2,8
Volumen (m <sup>3</sup> )	168,669	172,508
Latitud (°)	34,6	34,6
Longitud (°)	58,5	58,5
Zona Bioclimática	IIIb	IIIb



Carpinterías de la Casa



Carpinterías del Edificio

D. Ejemplo de planilla establecida por la norma IRAM 11604 para el cálculo del coeficiente de pérdidas G:

PLANILLA DE CALCULO (IRAM 11.604)				
<b>Sistema 1A - Muro ladrillo hueco del 12</b>				
CASA: Vivienda unifamiliar ubicada en Capital Federal				
ZONA BIOCLIMÁTICA: IIIb				
LAT.: 34,6 LONG.: 58,5				
ENVOLVENTE				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA m2	ALTURA m	PLANTAS	VOLUMEN m3	
62,47	2,7	1	168,67	
CERRAMIENTOS OPACOS (que lindan con el exterior)				
ELEMENTO	S m2	Km W/m2k	S.Km W/K	
T1 Int/Ext	14,12	2,10	29,64	
T3 Int/Ext	19,22	2,10	40,35	
T4 Int/Ext	20,40	2,10	42,84	
T6 Int/Ext	16,80	2,10	35,28	
Techo	56,07	2,50	140,17	
P1	1,80	2,07	3,73	
Sumatoria			292,01	
CERRAMIENTOS NO OPACOS (que lindan con el exterior)				
ELEMENTO	Sv m2	N	Kv W/m2k	Sv.Km W/K
V1	1,80	1	5,82	10,48
V2	1,80	1	5,82	10,48
V3	4,80	1	5,82	27,94
V4	0,50	1	5,82	2,91
V5	0,90	1	5,82	5,24
V6	0,60	1	5,82	3,49
V7	0,60	1	5,82	3,49
V8	4,80	1	5,82	27,94
Sumatoria				91,96
CERRAMIENTOS OPACOS (que lindan con locales calefaccionados o no calefaccionados)				
ELEMENTO	S m2	$\lambda$	Km W/m2k	S $\lambda$ .Km W/K
-	0,00	1	0,00	0,00
-	0,00	1	0,00	0,00
Sumatoria				0,00
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO				
Perímetro m2	Pp W/m2K	Km W/m2k	Pérdida p W/K	
32,6	1,08	35,208	35,21	
Sumatoria			35,21	
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACIÓN DE AIRE (0.35 x n)				
		n	Pérdida n W/m3k	
		2	118,07	
PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN				
(S.Km) + (Sv.Kv) + (S.l.Kr) + Pérdida p =			419,17 W/K	
PÉRDIDAS TOTALES				
Pérdidas por transmisión + Pérdidas por Infiltración de Aire			537,24 W/m3K	
PÉRDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES				
Gcálculo (pér vol. por infiltración de aire + pér vol. por transmisión)/volumen			3,19 W/m3K	
Gadmisible			1,86 W/m3K	

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Arnaout, M. (2015). Natural Gas Efficiency Programs. Recuperado de <https://www.aga.org/knowledgecenter/studies/energy-efficiency-environment-and-climate-change/natural-gas-efficiency-0>
- Arnaout, M. (2015). Energy Efficiency – Natural Gas Utilities Recuperado de <https://www.aga.org/energy-efficiency-natural-gas-utilities>
- Prindle, W. (2009). Customer Incentives for Energy Efficiency Through Electric and Natural Gas Rate Design. Recuperado de [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/rate\\_design.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/rate_design.pdf)
- Fernández, R. (2015). Escenarios Energéticos Argentina 2015 - 2035: resumen y conclusiones para un futuro energético sustentable. Recuperado de <https://www.energycommunity.org/documents/ArgentinaEnergyScenariosPlatform.pdf>
- Volantino, V.L., Bilbao, P.A., Azqueta, P.E., Bittner, P.U., Englebort, A., Schopfloch, M. (2007). Uso Racional de la Energía: Ahorros mediante Aislamiento Térmico en la Construcción. Recuperado de [https://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/ahorros\\_aislamiento\\_termico.pdf](https://www.inti.gov.ar/construcciones/pdf/ahorros_aislamiento_termico.pdf)
- CAMMESA (2016). Informe Anual 2016. Recuperado de <http://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Noticias/Informe%20Anual%202016.pdf>
- Bragulat, J. (2013). Propuesta para recrear el Mercado Eléctrico en el marco de la Ley 24.065. Recuperado de <http://www.ceare.org/tesis/2013/tes01.pdf>
- Diego Margulis, D., Rajzman, N., Tavošanska, A. (2011). El regreso del Estado a la planificación energética. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/argentinien/08609.pdf>
- Lic. Diego Margulis, D. (2014). Análisis de los determinantes de la demanda residencial de energía eléctrica en Argentina. Recuperado de <http://www.ceare.org/tesis/2015/tes08.pdf>
- IRAM (2001). Aislamiento térmico de edificios. Recuperado de [https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2013/08/iram\\_11604.pdf](https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2013/08/iram_11604.pdf)
- Rodríguez, M. (2013). Aprendemos el concepto, uso y cálculo de los Grados día. Recuperado de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/uso-concepto-grad-dia-degree-days/>
- Cristian Celis, C. (2015). Aires acondicionados: verano bajo control. Recuperado de <http://www.lavoz.com.ar/tendencias/casa-diseno/aires-acondicionados-verano-bajo-control>

Otros sitios web consultados:

- <http://www.adeera.org.ar/>
- <http://portalweb.cammesa.com/default.aspx>.
- <http://www.indec.gov.ar/>