



**CEARE**

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA  
ACTIVIDAD REGULATORIA ENERGÉTICA



**TESIS**

**MAESTRÍA INTERDISCIPLINARIA EN  
ENERGÍA**

**Ciudades Sustentables: Administración  
de los recursos energéticos en el  
hábitat y eficiencia energética aplicada**

Autor: Ing. Matías G. Tenti

Director de tesis: Mag. Ing. Gustavo A. Barbera

Buenos Aires, 14 de julio de 2020



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires

## **Agradecimientos**

*Agradezco al Ing. Gustavo Barbera que, en su rol de director de tesis, me acompañó en cada momento del desarrollo de la misma, orientó el rumbo en momentos de duda y aportó valiosas correcciones al documento.*

*Quiero además hacer presente el aporte y la buena predisposición del Arq. Gustavo San Juan que contribuyó a guiarme, junto a mi director, en el alcance de temas relevantes.*

*Doy gracias a mi mujer que, cuando inicié mi maestría éramos novios, por su compañía y constante apoyo, por los fines de semana concentrados que hemos pasado en fechas de exámenes y luego en la preparación de la presente tesis. ¡Gracias!!!*

*Gracias a mi madre que siempre acompañó mi curiosidad y el deseo de aprender.*

*Agradezco el aporte de información realizado por la Cooperativa de electricidad de Trenque Lauquen, en especial al Ing. Morone.*

*Gracias a mis amigos que comprendieron mis ausencias para avanzar en el desarrollo de esta investigación.*

## Tabla de contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>Motivación .....</b>	<b>9</b>
<b>Objetivo .....</b>	<b>9</b>
<b>Metodología y desarrollo del trabajo .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Antecedentes y conceptos de ciudades sostenibles.....</b>	<b>11</b>
Ejemplos teóricos y prácticos de ciudades sustentables .....	11
Conceptos de organismos internacionales hacia ciudades más ecológicas .....	15
<b>2 El sector energético argentino .....</b>	<b>16</b>
La transformación en la década de 1990 .....	16
Nuevo escenario económico-energético.....	17
Vaca Muerta.....	20
Energías renovables .....	23
<b>3 Generación distribuida de energía renovable integrada a la red: marco jurídico en Argentina.....</b>	<b>26</b>
Compromisos medioambientales, el primer paso... ..	26
Legislación sobre generación distribuida .....	26
Aspectos de la ley nacional N° 27424 y su reglamentación .....	29
Legislaciones provinciales .....	31
Observaciones .....	35
Análisis del contexto argentino .....	37
<b>4 Oferta y demanda de energía: La matriz argentina .....</b>	<b>38</b>
Redes convencionales de transporte y distribución de energía eléctrica .....	38
Operación del sistema eléctrico argentino .....	39
Mercado Eléctrico Mayorista.....	40
Intermitencia de las energías renovables .....	43
<b>5 Eficiencia energética .....</b>	<b>45</b>
Conceptos y alcances .....	45
Políticas de eficiencia energética en Argentina .....	46
Ejemplo de un proyecto de viviendas bioclimáticas.....	49
Pruebas piloto para el etiquetado de viviendas .....	51
<b>6 El avance de la tecnología en el tiempo: La era de la energía eléctrica.....</b>	<b>53</b>
Sistemas de gestión de la energía.....	55
<b>7 Generación distribuida.....</b>	<b>55</b>
El concepto de la generación distribuida .....	56
Tipologías de implementación .....	59
Perturbaciones de los equipos fotovoltaicos en la red.....	62

Inversiones para la instalación de equipos para autoconsumo y despacho a red.....	64
Ejemplo de pruebas piloto en San Juan .....	66
Relación entre generación distribuida y red pública .....	66
<b>8 Redes Inteligentes (Smart Grids).....</b>	<b>67</b>
Características .....	68
Componentes de una red inteligente .....	69
Tecnológicas en que se dividen las redes inteligentes .....	71
Orígenes de las redes inteligentes.....	71
Redes inteligentes y almacenamiento de energía .....	71
Proyecto HPR - Australia .....	74
Proyecto Whitelee - Escocia, Reino Unido .....	78
Proyecto La Travesía – San Juan, Argentina .....	80
Bombeo hidráulico .....	82
Aire comprimido en cavernas.....	84
<b>9 Ahorros en el uso de generación distribuida integrada a una Smart Grid .....</b>	<b>85</b>
Eficiencia en iluminación.....	87
Implementación de smart-meters (medidores inteligentes) .....	92
Educación, comportamiento y ahorro energético.....	96
Eficiencia en equipos de calentamiento de agua.....	100
Programa Plan sol en Casa – Salta .....	103
<b>10 Ciudad de análisis: Trenque Lauquen.....</b>	<b>104</b>
Compromiso con el medioambiente.....	104
Proyecto PROLIM .....	105
Características de la ciudad mencionadas en el portal web del municipio <sup>137</sup> .....	105
Alimentación eléctrica en Trenque Lauquen.....	107
Análisis de los consumos de energía.....	110
Análisis del consumo de alumbrado público .....	118
Eficiencia energética por aplicación de políticas de edificación sustentable .....	124
Eficiencia energética por aplicación de medidores inteligentes .....	126
Pérdidas en la red de distribución.....	129
<b>11 Desafíos de las ciudades sustentables .....</b>	<b>131</b>
Comunidades energéticas .....	131
El futuro de la energía: hidrógeno vs fusión nuclear.....	134
<b>12 Conclusiones .....</b>	<b>137</b>
El camino elegido.....	137
Oportunidades energéticas para Trenque Lauquen .....	138
Impactos de los resultados en la vida de la gente .....	139
Balance de los resultados.....	140
Futuras líneas de trabajo .....	141

Palabras finales .....	147
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>148</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>148</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>152</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>154</b>
<b>Páginas de internet consultadas.....</b>	<b>165</b>
<b>Apéndice: Sugerencias para la delimitación de las zonas de generación.....</b>	<b>168</b>

## Resumen

El objetivo de este trabajo es el análisis de la sustentabilidad y eficiencia energética de la infraestructura de una ciudad elegida de Argentina mediante el relevamiento de sus consumos. Para tal fin se prevé realizar un estudio de las tecnologías de ahorro y eficiencia energética existentes en el mercado, de investigaciones potenciales en curso, así como de ejemplos de proyectos en operación, con la misión de evaluar el impacto de las mismas en los consumos, antes y después de su aplicación, según corresponda.

En este sentido, este documento, busca evaluar las condiciones presentes en el uso de los recursos energéticos de una ciudad, y proponer escenarios de mejoras basados en técnicas de construcciones bioclimáticas, complementadas con tecnologías como la generación distribuida, redes inteligentes y equipos de ahorro energético a fin de promover un mayor confort de los ciudadanos en un hábitat sostenible.

## Abstract

The objective of this work is the analysis of sustainability and energy efficiency of infrastructure of a chosen city of Argentina through the survey of consumption. To this end, it is planned to carry out a study of the energy saving and efficiency technologies existing in the market, of potential investigations in progress, as well as examples of projects in operation, with the mission of evaluating their impact on consumption, before and after application, as appropriate.

In this sense, this document seeks to evaluate the present conditions in the use of energy resources of a city, and propose results in bioclimatic technologies, complemented with distribution networks, smart grids and energy saving equipment, an aim to promote greater comfort for citizens in a sustainable habitat.

## Introducción

Desde hace un par de décadas el calentamiento global y el cambio climático han despertado inquietud en el ámbito científico y académico al corroborar mediante exhaustivas mediciones la inquietante elevación de la temperatura de la Tierra, sumado esto a fenómenos meteorológicos que, en muchos casos, han sido devastadores tanto a nivel material como en vidas humanas.

Asimismo, la energía consumida a nivel mundial se ha incrementado con el aumento de la población y la expansión de las ciudades, lo cual implicó mayor cantidad de bienes y servicios que debieron incorporarse para hacer frente a una demanda creciente y cuya tendencia promete continuar en ese sentido.

El planeta Tierra, que actualmente cuenta con unos 7.300 millones de habitantes, alcanzará los 8.500 millones en 2030 y los 9.700 millones en 2050, según el informe *World Population Prospects* (Organización de las Naciones Unidas) [ONU] (2015).

Para el año 2100, se estima que la población mundial será de 11.200 millones de personas, debido principalmente al crecimiento demográfico en los países en vías de desarrollo, un fenómeno que presenta importantes problemas (ONU, 2017).

De acuerdo a lo manifestado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2018) "... las ciudades ocupan solo el 3% de la superficie terrestre, representan entre un 60% y un 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. La mitad de la humanidad, esto es, unos 3.500 millones de personas, viven actualmente en ciudades, y esta cifra seguirá en aumento. Dado que para la mayoría de las personas el futuro será urbano, las soluciones a algunos de los principales problemas a que se enfrentan los seres humanos - la pobreza, el cambio climático, la asistencia sanitaria y la educación - deben encontrarse en la vida de la ciudad."

Estas proyecciones en el incremento de la población mundial obligarán a las ciudades a desarrollar programas de políticas sociales, ambientales y de urbanización a fin de potenciar capacidades y satisfacer las necesidades crecientes para el bienestar de sus habitantes. Asimismo, a la par de dicho aumento demográfico, se incrementará la demanda de un recurso no negociable y cada vez más escaso: la energía.

Fernández-Armesto<sup>1</sup> y Noguera (2015) afirman que:

En un mundo globalizado, en el que todas las sociedades son, por fin, conscientes de la escasez de recursos del planeta y sufren las consecuencias de la falta de capacidad para protegerse de los desastres que las amenazan, es el momento de dar un paso más hacia la resiliencia<sup>2</sup>, haciendo partícipes a los ciudadanos e

---

<sup>1</sup> Fernández-Armesto Maíta es coordinadora del Programa de ciudades resilientes de ONU Hábitat en España. Noguera Gemma es especialista en comunicación y publicaciones del Programa de ciudades resilientes de ONU Hábitat en España. *La resiliencia urbana, clave del futuro de las ciudades*. Mayo 2015. [http://elpais.com/elpais/2015/05/21/planeta\\_futuro/1432231832\\_145438.html](http://elpais.com/elpais/2015/05/21/planeta_futuro/1432231832_145438.html) [último acceso julio 2018].

<sup>2</sup> Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos. Diccionario de la Real Academia Española. 2017.

invirtiendo en educación y formación, para convertir nuestras ciudades en un lugar más habitable, más seguro, con mayor calidad de vida...

En esta línea de acontecimientos, Argentina ha adherido a los acuerdos y tratados internacionales para un medio ambiente más sano y sostenible mediante su contribución en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC] (1992)<sup>3</sup>, y ha ratificado su compromiso con la firma del Acuerdo de París.<sup>4</sup>

Con vistas a la entrada en vigor del Acuerdo hacia fines de 2016 y la ratificación a nivel nacional del instrumento, a través del cual se reafirmó el compromiso en la lucha contra el cambio climático, se inició en marzo de ese año un proceso de revisión de la contribución con el objetivo de obtener una meta de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero realista, ambiciosa, transparente y participativa la cual fue presentada en la Conferencia de las Partes [COP22], realizada en Marrakesh, Marruecos en el mes de noviembre de 2016.

Cabe señalar que muchos son los países que comenzaron procesos de reestructuración de sus matrices energéticas como consecuencia de los efectos que a nivel global trae consigo el cambio climático eminente, y Argentina, como signatario<sup>3</sup> de la CMNUCC, ha tomado el compromiso, entre otros aspectos, en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En relación a lo expuesto, el Congreso de la Nación Argentina ha sancionado leyes que establecen los “Presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sostenible”.<sup>56</sup>

Cabe destacar que, en el último quinquenio, y en sintonía con los compromisos asumidos por Argentina en materia de medioambiente se sancionó la ley<sup>7</sup> nacional que promueve la incorporación de energías renovables en la matriz energética y más tarde la ley modificatoria<sup>8</sup>. Todas ellas incluyeron metas porcentuales a alcanzar en determinados períodos de tiempo.

---

<sup>3</sup> La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. El objetivo a largo plazo de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero a un nivel que impida las peligrosas interferencias antropogénicas con el sistema climático. Nueva York. 1992. Argentina suscribió a dicha Convención por medio de la Ley 24.295, promulgada en diciembre de 1993.

<sup>4</sup> Congreso de la Nación Argentina. Ley 27.270. *Apruébese el acuerdo de París, hecho en la ciudad de París*. Publicado en el Boletín Oficial el 19-sep-2016.

<sup>5</sup> Congreso de la Nación Argentina. Ley 25.675. Política Ambiental Nacional. Argentina. 2002.

<sup>6</sup> Congreso de la Nación Argentina. Ley 27520. Ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global. Argentina. 2019.

<sup>7</sup> Congreso de la Nación Argentina. Ley 26.190. Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Argentina. 2006.

<sup>8</sup> Congreso de la Nación Argentina. Ley 27.191. Modificación de la ley 26.190. Argentina. 2015.



Estas normativas incentivan una mayor diversificación de las fuentes de generación eléctrica al propiciar, además de los objetivos signados en la legislación, apertura de nuevos mercados, beneficios medioambientales al reducir la cantidad de dióxido de carbono emitido, nuevas fuentes laborales, diversificación y desarrollo industrial, nuevos campos de investigación, y por ende un mejoramiento de la calidad socio-económica del país.

Todos estos cambios locales en sintonía con el resto del mundo no están ajenos a una realidad que, si bien en nuestro país está en proceso de gestación, todavía presenta dificultades para su entendimiento, aceptación, implementación, seguimiento de los resultados obtenidos y mejora continua: el logro de la Eficiencia Energética.

Este aspecto va a jugar un papel fundamental en los años futuros, ya que generará un nuevo paradigma de vida que englobará políticas de gobierno en materia de programas de desarrollo sostenible, educación de la sociedad a fin de adaptarse a los nuevos desafíos y fomento de las actividades productivas sustentables que posibiliten lograr un mejoramiento sustancial en la administración de los recursos, entre otros objetivos. En este sentido, es oportuno indicar un estudio (Escenarios Energéticos 2030, 2019)<sup>9</sup> presentado por la Dirección Nacional de Escenarios y Planeamiento Energético (DNEPE)<sup>10</sup>, en el cual se estima que la población argentina, para el año 2030, será de 49,4 millones de habitantes con un total de 17,3 millones de hogares, y que el consumo de energía eléctrica crecerá de 133TWh en 2018 a 182TWh en 2030. Esta proyección, está en sintonía con el crecimiento demográfico en el mundo, ya que un informe<sup>11</sup> de la ONU (2019), pronostica 9.700 millones de personas para el 2050. Dicha información, debe concientizar a los organismos tomadores de decisiones y también a cada ciudadano en la necesidad de la búsqueda de mejores prácticas en el uso de la energía a fin de abastecer los nuevos consumos futuros.

En base a lo expuesto, y para encarar el tema de la eficiencia energética en las ciudades, este trabajo incluye, en la primera parte de su desarrollo, una descripción de las tecnologías existentes en la optimización de los recursos energéticos a fin de mostrar, las herramientas con las cuales se cuenta y entender los mecanismos de supervisión y control que el hombre posee para mejorar su hábitat.

Ciertamente la tecnología no hará todo el trabajo necesario para una óptima administración de los recursos, una pieza fundamental de este proceso será el acompañamiento de la sociedad, mediante una mejor comprensión del tema, y esto se consigue, no solo por un trabajo personal al crear conciencia individual basado en la información que llega de los

---

<sup>9</sup> El informe fue realizado con información proveniente del Ministerio de Hacienda y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC). Intervinieron, además, con aporte de información, áreas técnicas de la Secretaría de Gobierno de Energía.

<sup>10</sup> Esta dirección se conformó bajo la órbita de la subsecretaría de Planeamiento, perteneciente a la Secretaría de Gobierno de Energía durante el año 2019.

<sup>11</sup> El informe realizado por la ONU indica un continuo aumento de la población, con diferencias al alza o baja según la región del planeta, pero con una marcada resultante creciente. También en el informe se habla del envejecimiento de la población, producto de un aumento significativo en la esperanza de vida y la disminución de los niveles de fertilidad. Fuente: Perspectivas de la Población Mundial 2019: Aspectos Destacados.

medios de comunicación y del propio interés, sino y en mayor medida, se logra con políticas educativas activas desde las primeras instancias.

## Motivación

En relación a lo mencionado, es necesaria la búsqueda de opciones que permitan lograr una mejor calidad de vida de los habitantes del país como consecuencia de la observación del sector energético. En la diversidad de caminos este proyecto plantea ideas en la búsqueda de concientizar a la comunidad que un nuevo paradigma de hábitat es posible.

Se hace entonces imprescindible transitar nuevos senderos a fin de mejorar la oferta de energía en nuestro país, no solo con el impulso de las inversiones en shale gas y shale oil mediante señales económicas, o la incorporación de nuevas ofertas en generación, tanto sea alimentadas por combustibles derivados de los hidrocarburos como por energías alternativas o renovables, sino también como resultado de la búsqueda de un nuevo horizonte, que siempre estuvo presente pero que poco se lo profundizó, el de la eficiencia energética.

Y en este escenario todos los habitantes de un país son partícipes del cambio propuesto ya que cada uno desde su unidad social primaria, el hogar, tiene la oportunidad de incorporar mejores costumbres para un aprovechamiento más eficiente de los recursos energéticos.

...el desarrollo sostenible o sustentable es un concepto desarrollado a finales del siglo XX, una alternativa al concepto de desarrollo habitual o social, que pretende una homogeneidad y coherencia entre el crecimiento económico de la población en todos sus estratos, los recursos naturales y la sociedad, evitando comprometer la posibilidad de vida en el planeta, ni la calidad de vida de la especie humana tanto ahora, en los años venideros como en las generaciones futuras (Brundtland, 1987).

En su sentido más amplio, el concepto de uso sustentable tiende a promover las relaciones armoniosas de los seres humanos entre sí, entre la humanidad y la naturaleza. Se trata de satisfacer a todos con una responsabilidad coherente.

## Objetivo

A partir de estos considerandos se plantea:

- Realizar un relevamiento de datos de consumo de los sectores residenciales y del alumbrado público de la ciudad de Trenque Lauquen, provincia de Buenos Aires, que permita identificar potenciales aspectos a mejorar mediante la aplicación de conceptos de eficiencia energética y sustentabilidad.
- Investigar las tecnologías de edificación sustentables a fin de mostrar el potencial que actualmente existe, tanto en el mercado como en etapa de investigación, de los avances en la supervisión, control y mejora de los recursos energéticos del hogar a fin de brindar confort al ciudadano y en sintonía, atender al cuidado del medioambiente.

- Investigar las tecnologías existentes para la mejora de la matriz eléctrica de distribución y sus implicancias en el futuro de las ciudades.
- Mostrar ejemplos de tecnologías aplicadas existentes a fin de sentar antecedentes en los futuros análisis y conclusiones que surjan del presente trabajo.
- Plantear escenarios hipotéticos, y con ellos inferir futuros ahorros y eficiencias en base al estado de situación de la ciudad.

En vista de lo planteado, se hace necesario el reconocimiento de la causa cuya consecuencia fue el debilitamiento de la matriz energética nacional sumado a un escenario global de aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que, sin el acompañamiento de políticas para un ambiente sostenible, las generaciones futuras se verán cada vez más vulneradas frente a los cambios climáticos venideros y la escasez de recursos.

El objetivo principal de este trabajo es analizar el impacto de las tecnologías existentes dedicadas a la mejora de la eficiencia energética, así como la influencia de una educación consciente en el uso de los recursos del mismo orden, a fin de promover la optimización de los consumos energéticos de las infraestructuras urbanas existentes en las ciudades.

## **Metodología y desarrollo del trabajo**

La metodología para lograr el objetivo propuesto se basa en los siguientes puntos:

Conceptualización de las necesidades de una ciudad para lograr un hábitat sostenible. Para ello se consulta la bibliografía existente sobre el tema. En la búsqueda de información se tiene en cuenta los proyectos relacionados a eficiencia energética en el hábitat, y también los realizados por la ONU y ONGs que participan activamente en el análisis del uso de los recursos energéticos y su relación con las emisiones de GEI.

Se cuenta con los acuerdos internacionales que ha suscripto Argentina sobre medioambiente y contribuciones para la disminución de las emisiones de GEI. Se hace una descripción de la legislación argentina en materia de eficiencia energética en sintonía con los compromisos asumidos.

Se realiza una descripción de la nueva legislación sobre generación distribuida, sus características, objetivos y alcances. Comparativa entre las normativas provinciales y la ley nacional.

Se exponen las diferentes tecnologías que existen actualmente relacionadas con el concepto de eficiencia energética, que aportan beneficios sociales, económicos y medioambientales al complementarse, en muchos casos, pero no necesariamente con fuentes provenientes de recursos naturales como ser el sol y el viento, además de otros orígenes de la materia cuyos procesos se llevan a cabo en equilibrio con el medioambiente.

Se describen como dichos sistemas ayudan a reducir las emisiones de GEI y mejorar el consumo de energía al disminuir costos e inversiones en nuevas instalaciones de infraestructura y optimizar las tareas de operación y mantenimiento.

Se realiza una reseña del potencial que Argentina posee en materia de energías renovables, generación distribuida y su siguiente paso: el almacenamiento de energía y las redes inteligentes.

Para el análisis de los consumos de la ciudad elegida, se disponen de los datos suministrados por la Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos, asistenciales y créditos vivienda y consumo de Trenque Lauquen (COOPTL). Estos datos permiten identificar los consumos globales de los sectores residenciales y consumos públicos como ser el alumbrado.

## 1 Antecedentes y conceptos de ciudades sostenibles

### Ejemplos teóricos y prácticos de ciudades sustentables

Los desarrollos de viviendas primero y luego su extensión a ciudades energéticamente eficientes fueron en el pasado y son en nuestro presente una idea en constante evolución.

Muchos fueron y son actualmente los proyectistas y especialistas que han asumido el compromiso de abordar una temática tan delicada como es la interacción armónica de una población con su medio ambiente. En tal sentido y como ejemplo, hacia el año 1975, se realizaron algunos trabajos como el proyecto Venus en cuyo espíritu resplandecían las ideas de eficiencia en el hábitat y compromiso con el medioambiente.



Figura 1. Maqueta proyecto Venus. <https://www.thevenusproject.com>

El concepto altruista de Venus se apoyaba en el comportamiento de algunas tribus que vivieron hace miles de años en la Tierra y no utilizaron el sistema económico ni laboral

como base de su sustento. Pero, en la actualidad sería difícil poner en práctica las ideas que “Fresco<sup>12</sup> y Meadows<sup>13</sup>” trataron de implementar.

Solo a modo de ejemplo se menciona el proyecto Venus, con motivo de exaltar su arquitectura y filosofía de vida de una población comprometida con el medioambiente que se une para vivir bajo los más altos estándares en cuanto a calidad de vida se refiere.

Otro proyecto de eficiencia energética en el hábitat<sup>14</sup> data del año 1979. Se trata de la ciudad de Houten<sup>15</sup>, en Holanda, un pequeño poblado de cinco mil habitantes. Con la explosión poblacional del país en los años 80, y por estar a tan solo 10 minutos de la ciudad de Utrecht, llegó a tener diez veces ese número de habitantes.

Para hacer frente a tal cambio, el gobierno local decidió que el diseño de la ciudad se haría bajo el pensamiento de que, quienes vivieran allí, no necesitaran autos para movilizarse y así, Houten no colapsaría: en lugar de tener calles para autos, el núcleo de la ciudad solo tendría veredas y ciclovías.

El arquitecto Rob Derks<sup>16</sup> desarrolló un diseño en el que propuso la creación de muchas ciclovías. Para quienes utilizaban el auto como medio de transporte, solamente unas pocas rutas periféricas serían construidas, de manera que el acceso al centro de la ciudad estaría totalmente restringido. Mientras que los que se movían en bicicleta podrían utilizar trayectos extremadamente cortos.

En la actualidad, la urbe cuenta con 129 kilómetros de ciclo-vías, un estacionamiento público para tres mil bicicletas, donde el 50% de los habitantes se mueve en ese medio y dos tercios de los recorridos por la ciudad son realizados a pie o en bicicleta.

---

<sup>12</sup> Jacque Fresco (Brooklyn, Nueva York, 13 de marzo de 1916) es un autodidacta, diseñador industrial, futurista e ingeniero social, autor, conferencista, inventor y pionero en la ingeniería de los factores humanos.

<sup>13</sup> Roxanne Meadows es una ilustradora técnica, arquitecta, creadora de modelos y científica. Desde 1985 ha trabajado en modelos y diseños para mejorar el desarrollo arquitectónico en Estados Unidos. Desde 1975 hasta el presente, Meadows ha trabajado junto con Jacque Fresco para impulsar el Proyecto Venus (The Venus Project), el cual intenta encontrar alternativas que solucionen los problemas globales.

<sup>14</sup> Políticas cuyo objetivo es generar bienestar en las comunidades al promover acciones de cuidado del medioambiente y fomentar el uso consciente de los recursos energéticos.

<sup>15</sup> Ciudad ubicada en Holanda. Cuenta con 129 kilómetros de ciclovías, un estacionamiento público para tres mil bicicletas, 50% de los habitantes se mueve en ese medio y dos tercios de los recorridos por la ciudad son realizados a pie o en bicicleta. <http://ciudadsustentable.com.ar/holanda-el-pais-del-futuro/> [último acceso julio 2018].

<sup>16</sup> Rob Derks. Arquitecto holandés. Diseñador de la Urbanización de Houten, Holanda.



Figura 2. Vista aérea de la ciudad de Houten, Holanda (Skypitures, 2018)

Como puede observarse, el resultado de políticas comprometidas con el medio ambiente y la comunidad, trae consigo mejores condiciones de vida y a su vez una mayor concientización de los habitantes de la ciudad.

Otros proyectos que sientan precedentes sobre el desarrollo de urbanizaciones sostenibles:

**Fujisawa:**<sup>17</sup> Con una población prevista de 3.000 habitantes y ubicada en Kanagawa Prefecture (Japón), esta ciudad se encuentra actualmente operativa. Si las proyecciones realizadas tienen éxito podría servir de modelo para el diseño de las ciudades inteligentes, ya que cada vivienda estará dotada de paneles solares que se pueden conectar a la red. También contará con servicios para los coches eléctricos y bicicletas.



Figura 3. Vista aérea de la ciudad de Fujisawa, Japón. (Fujisawasst, 2018)

---

<sup>17</sup> Fushisawa. Con la aplicación de tecnología para un desarrollo sostenible de la ciudad y la comunidad, Fujisawa Smart Town ha ido desde la fase de construcción hacia una nueva etapa donde la ciudad se ha nutrido de acciones y tecnología que la han convertido en un espacio totalmente Eco e Inteligente, teniendo como prioridad el estilo de vida de sus residentes.

**Lavasa:**<sup>18</sup> Ubicada en Maharashtra, India y con una población prevista de 300.000 habitantes. Los diseñadores de la ciudad utilizan la biomimética para transformar un sitio árido en una ciudad enorme. Los cimientos de los edificios tendrán la tarea de almacenar humedad como lo hacen los árboles, mientras una multitud de pequeños canales evitarán inundaciones durante la temporada de monzones.

**Destiny:**<sup>19</sup> Planeada en Osceola, Florida, (EEUU), tiene una población prevista de 250 000 habitantes. Aunque aún se desconoce su fecha de inauguración, existen planes para que cuente con 200 millas de vías navegables, taxis acuáticos y un centro de exposiciones para la investigación y desarrollo de tecnologías sostenibles.

**Dongtan:**<sup>20</sup> Dentro de la Isla Chongming en China, Dongtan tiene una población prevista de 500.000 habitantes. Fue planeada para ser la primera ciudad ecológica a gran escala en el mundo, pero algunos problemas de financiamiento evitaron su continuación. La empresa que diseñó la ciudad, ARUP<sup>21</sup> “afirmó que en comparación con los desarrollos típicos, la ciudad tendrá una huella ecológica que es 60% más pequeña, requerirá un 66% menos de energía, producirá el 40% de su energía a partir de bioenergía y casi no emitirá dióxido de carbono.”

Por ahora el proyecto se encuentra en espera y se desconoce cuándo estará terminada, pero se espera que cuente con bio-reactores para convertir los residuos de la ciudad en energía, y con edificios de cero emisiones con azoteas verdes.

**Songdo:** Cuenta una población prevista de 65.000 habitantes; planificada en Incheon, Corea del Sur. El diseño de la ciudad se basa en el estándar de edificación sostenible LEED<sup>22</sup>. Los ingenieros completaron la primera fase en 2009. Los estacionamientos cuentan con estaciones de recarga de coches eléctricos y su sistema neumático de recolección de residuos transporta la basura por medio de tubos en lugar de camiones. Otra característica de la ciudad es que posee el 40% de su área destinada como espacio público verde.

Según se puede leer en el portal de internet de la ciudad, “al asociarse con empresas multinacionales de tecnología, proveedores de servicios locales y organizaciones

---

<sup>18</sup> Lavasa. Considerada como el nuevo mundo de las ciudades del siglo XXI.

<sup>19</sup> La visión de Destiny incluye un Centro de Longevidad, junto con un avanzado de investigación y desarrollo y epicentro multi-universitario que proporcionará una mejor calidad de vida para sus ciudadanos y el medio ambiente.

<sup>20</sup> Esta ciudad está proyectada con edificios bioclimáticos y vehículos no contaminantes, y tiene como principio ser soporte de todas las actividades humanas. Será autosuficiente desde varios puntos de vista; energéticos, alimentación, servicios, salud, entre otros.

<sup>21</sup> Frederiksen D.A., Overview of the Dongtan Project. Imperial College London. 2008. Más información en <https://www.designbuild-network.com/projects/dongtan-eco-city> [último acceso junio 2019]

<sup>22</sup> Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) es un programa de certificación por agentes independientes y un referente aceptado a escala global para el diseño, construcción y operación de edificios sostenibles de alto rendimiento. Desarrollado en el año 2000 por el Consejo de Construcción Sostenible de EEUU (US Green Building Council) por medio de un proceso consensuado, LEED es una herramienta aplicable a edificios de cualquier tipo y tamaño.

gubernamentales, Songdo<sup>23</sup> sirve como campo de pruebas para las soluciones de ciudad “inteligentes” de la próxima generación.”

Esta ciudad ya es el hogar de 30.000 residentes, y podría convertirse pronto en el mayor éxito en ciudades sostenibles hasta ahora.

A continuación, se observa el plano según se pensó la ciudad.



Figura 4. Plano de la ciudad de Songdo. Fuente: <http://songdoibd.com>

Estos antecedentes intentan exponer proyectos, en diferentes partes del mundo, en los cuales conceptos como la eficiencia energética, las energías renovables y un ambiente con menos emisiones de CO<sub>2</sub>, es posible. Los mismos son ejemplos que acompañan la motivación que impulsan los objetivos de este trabajo en la mejora continua y eficiente del uso de los recursos energéticos de las ciudades.

### Conceptos de organismos internacionales hacia ciudades más ecológicas

En otro orden está comprobado que la felicidad a largo plazo, entendida como satisfacción de vida, está estrechamente relacionada con la seguridad social, ecológica y económica que cada habitante siente en su contexto. A partir de esta idea, la ONU ha creado UN-hábitat<sup>24</sup>, una agencia encargada de generar los acuerdos necesarios para promover ciudades-refugio, basadas en la sostenibilidad.

La inclusión y la sostenibilidad son los principales objetivos de esta agencia, y únicamente un entorno que garantice la equidad en el acceso a los beneficios, podría considerarse como un refugio.

<sup>23</sup> Más información en <http://songdoibd.com/about/#green> [último acceso junio 2019]

<sup>24</sup> Las prioridades de ONU-Hábitat se concentran en siete áreas: Legislación urbana, suelo y gobernanza, Planificación urbana y diseño, Economía urbana, Servicios básicos urbanos, Vivienda y mejoramiento de tugurios, Reducción de riesgos y rehabilitación, Investigación urbana y desarrollo de capacidades.



Se sabe que la mitad de la humanidad, esto es, unos 3.500 millones de personas, viven actualmente en ciudades, y esta cifra seguirá en aumento. Dado que para la mayoría de las personas el futuro será urbano, las soluciones a algunos de los principales problemas a que se enfrentan los seres humanos —la pobreza, el cambio climático, la asistencia sanitaria y la educación— deben encontrarse en la vida de la ciudad (ONU-Hábitat, 2018).

En 2001 la ONU<sup>25</sup> publicó la declaración sobre las ciudades y otros asentamientos humanos, que incluye una serie de objetivos orientados a honrar el propósito original de las ciudades: unirse y cerrar filas alrededor de un objetivo específico, compartir los beneficios de unificarse en un mismo espacio físico.

## **2 El sector energético argentino**

### **La transformación en la década de 1990**

Argentina ha transitado por diferentes pasajes en su historia económico-energética, pasando de tener empresas privadas que administraban los servicios públicos a las estatizadas que atomizaron de manera vertical los sectores de generación, transporte y distribución.

Fue en la década de 1990 donde las políticas implementadas dieron curso a una transformación tanto del sector eléctrico como el de gas descentralizando la actividad y diversificándola en unidades de negocios bien definidas a saber: generación, transporte, distribución y comercialización.

La ley 24.065 sancionada en 1992 para la regulación del sector eléctrico y la ley 24.076 sancionada en el mismo año, para la regulación del sector de gas, crearon un nuevo esquema de trabajo del cual surgieron sociedades más competitivas para el desarrollo y la administración de la energía en el país. Esta diversificación de los sectores rompió el esquema de la verticalización, acuñado durante muchos años, y en consecuencia aparecieron las restricciones societarias. Dichas restricciones, según la ley de privatización y las posteriores que regularon las actividades, prohibían a las sociedades a formar parte de más de un sector, es decir que si una sociedad anónima poseía la concesión del transporte de energía no podía formar parte del directorio de una empresa de generación eléctrica ni de distribución. Con esto se propiciaba la separación y la no vinculación entre sociedades a fin de evitar la toma de decisiones en más de un sector y por los mismos actores. Este esquema se mantiene actualmente con la vigencia del marco regulatorio emanado de la ley 24065/92 y la ley 24076/92 donde las cuestiones cotidianas, han dado lugar a temas mayormente relacionados con la tarifa, el mantenimiento de los activos y la calidad del servicio.

---

<sup>25</sup> La Asamblea General de las Naciones Unidas, cinco años después de Hábitat II, celebró una sesión especial para revisar y evaluar el progreso que se ha hecho en las naciones y ciudades para cumplir los objetivos planteados en la puesta en marcha del programa mundial de Hábitat. Más información en <https://www.un.org/es/development/devagenda/habitat.shtml> [último acceso junio 2019]

Flores Jimeno y Santos Cebrián (2015)<sup>26</sup> manifiestan que:

El sector eléctrico es uno de los sectores que mayor influencia tiene en el tejido productivo de un país. Una subida en el precio de la electricidad puede tener consecuencias relevantes en la estabilidad de prácticamente todos los sectores productivos. Su naturaleza estratégica, como insumo básico para el funcionamiento de todos los demás mercados, exige el diseño de un marco legal y de funcionamiento que garantice su viabilidad presente y futura atendiendo a su problemática esencial de triple vertiente económica, técnica y medioambiental (p. 257).

Es interesante destacar que el marco regulatorio emanado de las leyes antes mencionadas, se había diseñado para una economía de paridad unitaria con el dólar estadounidense y que los contratos en el sector de la energía se encontraban suscriptos en dicha moneda.

### **Nuevo escenario económico-energético**

La crisis del 2001 hizo caer la aparente armonía vivida durante casi una década y dichos contratos tuvieron que ser reformulados. Es así como se quebró el eje principal que mantenía vivo el espíritu de los acuerdos, la paridad uno a uno de la moneda nacional con el dólar era historia. En consecuencia, y con motivo de la crisis socio-económica, diversas medidas ejecutivas se tomaron para amortiguar el potencial aumento de las tarifas. Tal es así que se aprobó la ley de emergencia económica, por medio de la cual, se congelaron los precios de la energía. Esto con el tiempo comenzó a generar en los sectores de distribución, transporte y generación inconvenientes como consecuencia de la falta de actualización de las tarifas, que limitaron las inversiones, dejando en muchos casos, a las distribuidoras con un margen muy acotado de acción lo que provocó la aparición de cortes del suministro por falta de insumos y mantenimiento de las redes. A esto se debe añadir los reducidos montos, que las facturas de electricidad y gas, poseían por el subsidio a la energía otorgado por el gobierno, con lo cual el usuario no tenía ningún incentivo para el ahorro y comenzó a demandar cada vez más energía. La Agencia Internacional de Energía (2016, p.290) manifiesta respecto a esto:

Texto original en inglés:

“With lower energy prices, the economic attractiveness of saving energy and investing in energy efficiency decreases. This is not just a theoretical argument.”

“Where end user prices are low, energy efficiency tends to be poorer and viceversa.”

Cita traducida en español:

Con precios de la energía más bajos, disminuye el atractivo económico del ahorro de energía y la inversión en eficiencia energética. Este no es sólo un argumento teórico.

---

<sup>26</sup> María del Rocío Flores Jimeno y Mónica Santos Cebrián son profesoras titulares de Economía Financiera y Contabilidad en la Universidad Rey Juan Carlos. Madrid, España.

Cuando los precios de los usuarios finales son bajos, la eficiencia energética tiende a ser más pobre y viceversa.

La ley de emergencia económica, continuó durante toda la década del 2000 y parte de la década del 2010, y las consecuencias se tradujeron en la reducción de las inversiones en el sector energético, lo que provocó el deterioro de las redes y el aumento en la frecuencia de los cortes de suministro.

A raíz del aumento de la demanda, y el bajo margen que poseía el parque de generación frente a un pico importante de consumo, se implementaron programas como el FONIMVEMEM<sup>27</sup>, que promovieron la instalación de ciclos combinados para aumentar la oferta de energía. Cabe destacar que algunas de las plantas finalizaron su habilitación comercial en el transcurso de 2017.

A finales de 2015, con una nueva administración<sup>28</sup>, se declaró por decreto<sup>29</sup> la emergencia del Sector Eléctrico Nacional, vigente hasta el 31 de diciembre de 2017.

El artículo 2 de la normativa indica:

Instrúyese al MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA para que elabore, ponga en vigencia, e implemente un programa de acciones que sean necesarias en relación con los segmentos de generación, transporte y distribución de energía eléctrica de jurisdicción nacional, con el fin de adecuar la calidad y seguridad del suministro eléctrico y garantizar la prestación de los servicios públicos de electricidad en condiciones técnicas y económicas adecuadas.

Esta batería de medidas en el sector de generación no alcanzó para remediar los picos de demanda y en el año 2016, se aprobó la resolución 21 que incentivó la inversión en plantas de ciclo térmico alimentadas con gas natural y gasoil. El llamado de la Secretaría de Energía Eléctrica tuvo una gran convocatoria, que dio como resultado la habilitación, en todo el territorio nacional, de 29 nuevas centrales termoeléctricas a ciclo abierto. La mayoría de las mismas fueron situadas en la provincia de Buenos Aires donde se encuentra la mayor concentración de la demanda. Cabe señalar que muchas de estas centrales se construyeron en plazos cortos lo que permitió su rápido ingreso al SADI.

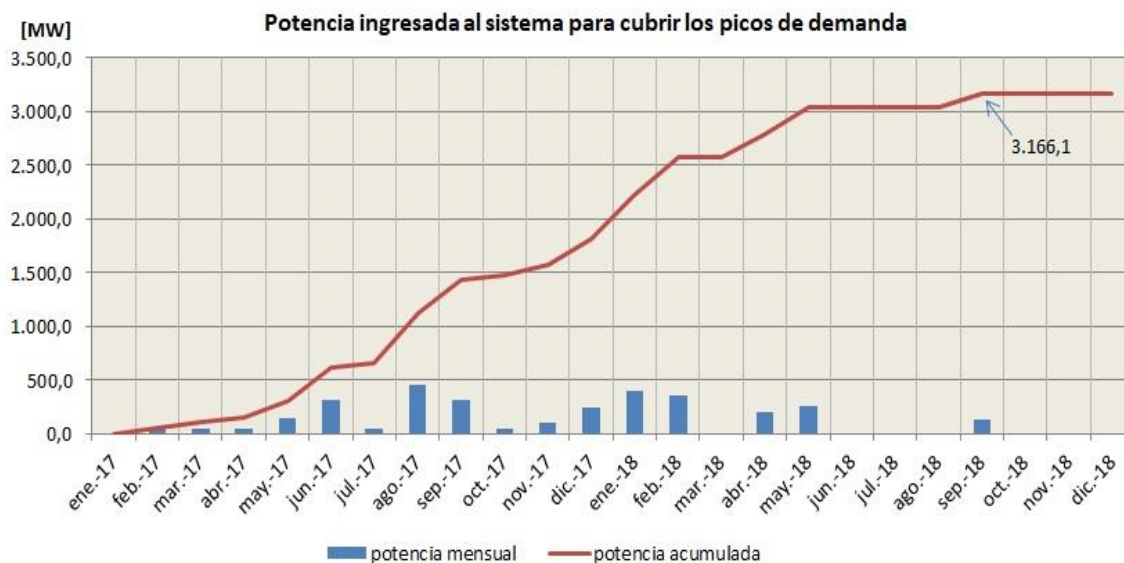
El siguiente gráfico muestra la evolución del ingreso de potencia de la resolución 21.

---

<sup>27</sup> La Secretaría de Energía mediante la resolución 1427/2004 invita a los agentes privados acreedores del MEM con liquidaciones de venta con fecha de vencimiento a definir, a participar en la conformación del Fondo para Inversiones Necesarias que permitan incrementar la oferta de energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), invirtiendo en el mismo sus acreencias. Esta normativa dio origen a los grandes ciclos combinados como, por ejemplo, Manuel Belgrano, Vuelta de Obligado, José de San Martín y Guillermo Brown entre otros.

<sup>28</sup> Presidencia del Ing. Mauricio Macri (2015-2019). Argentina.

<sup>29</sup> Decreto 134. Poder Ejecutivo Nacional. Argentina. 2015



**Figura 5.** Resolución 21/2016. Nueva capacidad de generación térmica y de producción de energía eléctrica asociada, con compromiso de estar disponible en el mercado eléctrico mayorista para satisfacer requerimientos esenciales de la demanda. Secretaría de Energía Eléctrica. Ministerio de Energía y Minería. Argentina. 2016. Potencia máxima acumulada 3166,1MW. Elaboración propia. Fuente de los datos: CAMMESA.

En la misma línea, en el siguiente año, se impulsó la resolución 287/2017 la cual promovió la instalación de centrales termoeléctricas de ciclo combinado y cogeneración, lo cual aumentó, no solo el parque de generación, sino la eficiencia respecto a las centrales de ciclo abierto. Es así como varias de las sociedades que participaron de la resolución 21/2016 también lo hicieron en esta nueva convocatoria con el objetivo de convertir a ciclo combinado sus recientes instalaciones. La potencia total adjudicada en esta etapa fue de 1825MW<sup>30</sup> disponible en el transcurso del año 2020.

Estas convocatorias, dedicadas a fortalecer el parque de generación, si bien garantizan la existencia de suficientes máquinas disponibles para cubrir la demanda en las horas pico, por otro lado, consumen una nueva cantidad de combustibles (gasoil y gas natural) que antes no se encontraba comprometida para tal fin y que podía ser usada para el sector residencial, industrial o bien para la exportación en momentos de existencia de excedentes. Como efecto de esto, se genera un nuevo requerimiento de combustible, lo que se traduce, aguas arriba, como un aumento de la producción en las cuencas hidrocarburíferas. De no existir la posibilidad de incrementar en el tiempo solicitado la producción de gas natural, se recurre a los costosos contratos de importación tanto sean provistos por los países limítrofes como Bolivia<sup>31</sup> y Chile<sup>32</sup>, así como de importación de GNL.

Además, en época invernal, donde existe una mayor solicitud de gas para el sector residencial, de haber faltante del recurso, CAMMESA indica a los agentes del MEM a

<sup>30</sup> Resolución 820/17 y Resolución 926/17. Ministerio de Energía y Minería. Argentina. 2017. Fuente: Infoleg.

<sup>31</sup> El Gasoducto de Integración Juana Azurduy une los países de Bolivia y Argentina. Tiene una extensión de 42 km de longitud y un diámetro de 32"-30". Fuente IEASA.

<sup>32</sup> TGN recibe gas de LNG regasificado proveniente de Chile a través de los Gasoductos Nor Andino y Gas Andes. Fuente: TGN.

despachar las máquinas térmicas con combustibles líquidos, los cuales poseen un costo muy superior que el gas natural. Por ende, durante estos períodos el sistema se vuelve, excesivamente ineficiente. En Argentina, este último escenario es el que predominó en la primera década de inicios de siglo con una merma en el último quinquenio. Esto es producto de la disminución de la oferta de gas natural convencional<sup>33</sup>, que se viene evidenciando hace un par de décadas atrás.

Como se pudo observar, los antecedentes para cubrir los picos de consumo evidencian sus ataduras a la falta de planificación, ya que, durante muchos años se asimiló como normal el recurrir a fuentes externas para abastecer el faltante o bien efectuar cortes de gas a industrias y a generadores obligándolos a consumir combustibles más caros.

De esto se desprende que el desarrollo de políticas de eficiencia energética, adquiere un papel relevante, puesto que en el análisis se detecta que, todos los intentos por abastecer el incremento del consumo en ciertas épocas del año y en las horas pico, se trata de cubrir con más oferta, pero ¿qué pasa con la demanda? ¿Se plantean políticas firmes respecto del lado del consumidor? Según las palabras de un ingeniero especialista éste sostuvo, “es más barato ahorrar una unidad de energía que producirla” (Tanides<sup>34</sup>, 2014, p.8). Ciertamente es que, parte del espíritu que alberga los conceptos de eficiencia energética se basan en esta reflexión.

## Vaca Muerta

Por otro lado, cabe mencionar los valiosos recursos con que cuenta Argentina y que, administrados bajo políticas de estado, con una planificación consensuada a mediano y largo plazo, ayudarían a revertir muchos años de crisis económica vividas en el país.

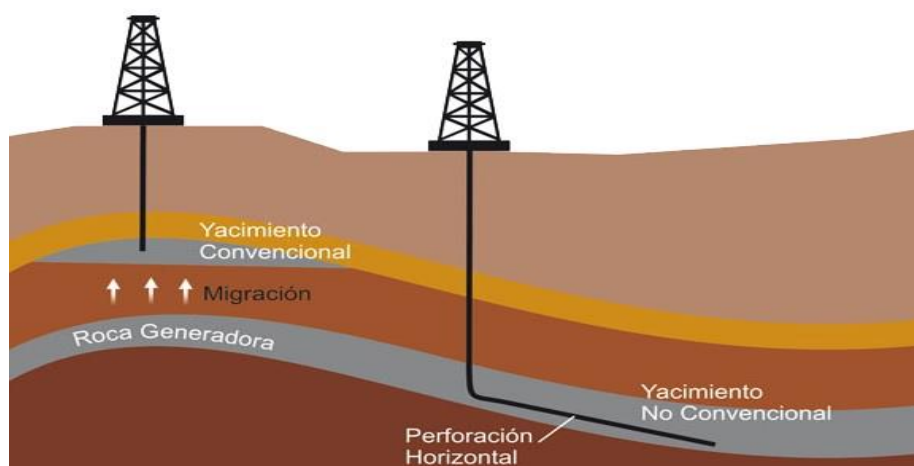
Es oportuno entonces mencionar el potencial en recursos de hidrocarburos no convencionales que posee Argentina en la cuenca Neuquina, el yacimiento Vaca Muerta<sup>35</sup>. Y con esto hay que hacer una salvedad, si bien la eficiencia energética de la que se ha hablado en capítulos anteriores trata del buen uso de las energías, no hay que confundirse con la explotación racional de los recursos y posterior disposición de los mismos, al que puede tener acceso una nación y por medio de los cuales puede servirse para potenciar el crecimiento económico y social. Con esto en mente, Argentina tiene una importante oportunidad para recuperar el autoabastecimiento perdido e incluso convertirse en unos de los principales exportadores de hidrocarburos “shale”.

---

<sup>33</sup> Equipo técnico, Instituto Argentino de Energía General Mosconi. La producción de hidrocarburos. Informe anual 2017. Publicado en febrero 2018.

<sup>34</sup> El ingeniero Carlos Tanides es Responsable del Programa Ambiente y Energía de la Fundación Vida Silvestre Argentina.

<sup>35</sup> Vaca Muerta es la principal formación de shale en la Argentina. Su gran potencial se debe a sus características geológicas y su ubicación geográfica. La formación Vaca Muerta se encuentra en la Cuenca Neuquina, al sudoeste del país, y tiene una superficie de 30 mil km<sup>2</sup>. Fuente: YPF. 2019.



**Figura 6.** Esquema del perfil de la roca sedimentaria y el método de perforación.  
Fuente: IAPG

En este caso, la producción del hidrocarburo se realiza de manera muy diferente a la de los pozos convencionales ya que el recurso se encuentra alojado en rocas sedimentarias a las que por una técnica descubierta por George P. Mitchell<sup>36</sup> se accede a los mismos.

El costo de cada perforación o “fracking” como se comenzó a llamar el proceso de fractura hidráulica, era muy elevado en los inicios de 2010 en nuestro país, por lo que había muy poca producción. Sumado a esto, un estudio del Instituto General Mosconi (2009, p.4) sostenía que las reservas tanto de petróleo como de gas, a finales de 2008 habían disminuido en un 34% respecto de 1990. Esta situación colocaba en una posición muy débil al país y lo alejaba más del autoabastecimiento por lo que las importaciones de GNL, de gas de Bolivia y de Chile se mantuvieron firmes en la balanza comercial.

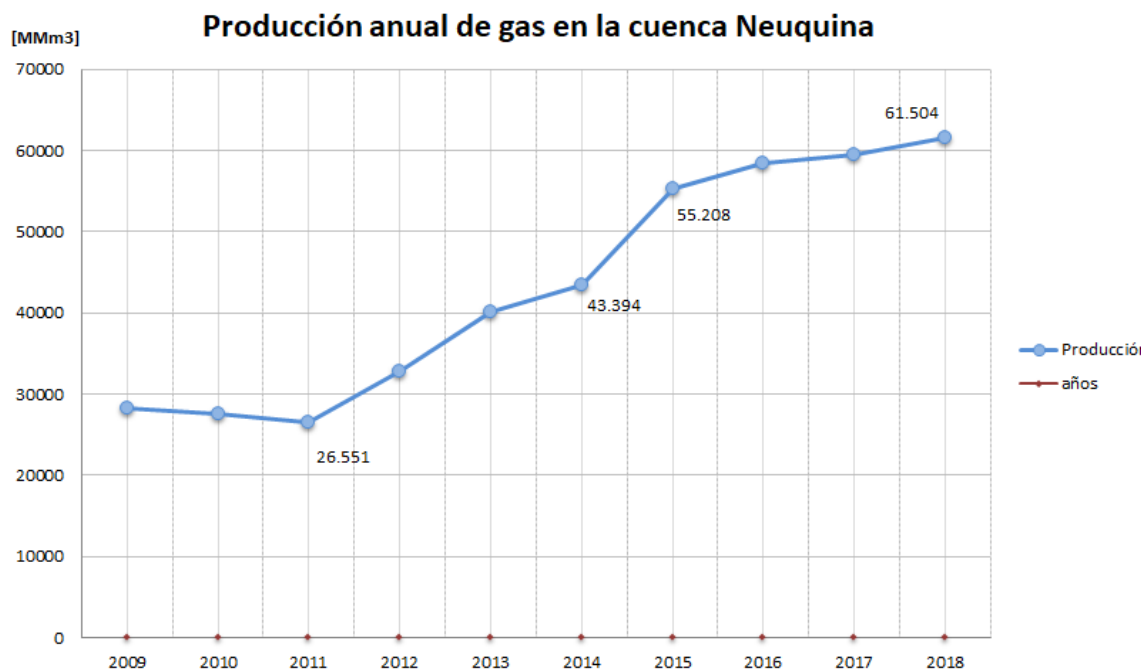
Por otro lado, el bajo precio del gas en boca de pozo disminuyó los incentivos a la producción y las pocas señales de mejora del sector a nivel tarifario, generaron una escasa participación societaria en la explotación del recurso. Dentro de este contexto, el Ejecutivo Nacional aprobó una serie de medidas tendientes a revertir tal situación. Dichas políticas<sup>37</sup> acompañaron el aumento, durante el 2014-2015, de la producción de gas. A pesar de estas medidas la importación de GNL se mantuvo constante ya que la oferta interna de gas no alcanzaba para abastecer los picos de demanda invernal.

---

<sup>36</sup>A finales de los 70, después de más de una década de experimentación, Mitchell utilizó la combinación de perforación horizontal y fracturación hidráulica para convertir al Barnett Shale en uno de los campos de gas más prolíficos de América del Norte. Más información en: <https://energyfactor.exxonmobil.com/news/george-mitchell/>

<sup>37</sup> Resolución 60. Programa de Estímulo a la Inyección de Gas Natural para Empresas con Inyección Reducida. Comisión de Planificación y Coordinación Estratégica del Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas. Ministerio De Economía y Finanzas Públicas. Argentina. 2013.  
Resolución 185. Programa de estímulo a la inyección de gas natural para empresas sin inyección. Comisión de Planificación y Coordinación Estratégica del Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Argentina. 2015.

A continuación, se muestra un gráfico con la producción anual de gas natural entre los años 2009-2018.



**Figura 7.** Producción de gas convencional y no convencional en la cuenca Neuquina. Elaboración propia. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda.

Un autor sostuvo que “Lo que no se exploró ayer en nuestro territorio se importa hoy del exterior” (Guadagni, 2012, p.8).

En referencia al gráfico de producción, hay que mencionar que, a partir del año 2010, se registraba actividad en Vaca Muerta por parte de varias empresas (Giuliani, Fernandez, 2015, p.6), por lo que es esperable que la curva a finales de 2011 comience a esbozar una pendiente positiva, en sintonía con las operaciones en shale. Una de las principales empresas en la explotación de shale es YPF. Esta empresa, de la superficie total de Vaca Muerta (30.000 km<sup>2</sup>), tiene una participación de 16.000 km<sup>2</sup>, por lo que es la que lidera las operaciones (Giuliani, et al., 2015).



**Figura 8.** Posicionamiento internacional de Argentina en la existencia potencial de recursos no convencionales. Fuente: YPF, 2019.

De acuerdo a la investigación realizada por Di Sbroiavacca (2013) para la Fundación Bariloche,

Hasta finales del 2012 se habían perforado en el país 72 pozos no convencionales, de ellos 67 pozos en Vaca Muerta, con la siguiente secuencia: en 2010 se realizaron 2 pozos, en 2011 se efectuaron 32 pozos y en 2012 unos 33 pozos. Hasta finales de 2012 YPF llevaba perforados 49 pozos... Para el 2013 se tiene previsto perforar unos 130 pozos (p. 9).

Cabe destacar además que, en el año 2013, YPF y la empresa norteamericana Chevron suscribieron un contrato de asociación a fin de participar en la exploración y explotación de shale.

En los siguientes años que sucedieron al 2015, se comenzaron a evidenciar signos de mejora de las inversiones en los yacimientos de shale de la cuenca Neuquina, lo cual, puso sobre la mesa de decisiones, varios proyectos de infraestructura (planificación y ejecución de nuevos gasoductos<sup>38</sup>, tren de carga para arenas especiales, oferta inmobiliaria en la región) a fin de dar respuesta al incremento de la producción presente, y a las estimaciones, para los próximos años.

De esta manera, en esta reseña del sector energético, se trató de comentar, de manera breve, que movimientos se sucedieron en el sector de los hidrocarburos en los últimas dos décadas, a fin de establecer una referencia para el análisis acerca de las potenciales eficiencias que se podrían conseguir al mejorar las formas en que se consumen dichos recursos.

## **Energías renovables**

Con un pasado y un presente tan atados a los hidrocarburos Argentina buscó alternativas de generación de energía mediante el Decreto N° 140/2007<sup>39</sup> de eficiencia energética y luego con el programa GENREN (2009)<sup>40</sup>. Estas medidas, dirigidas al sector de las energías renovables, tuvieron escasa participación de inversiones con motivo de la coyuntura en la cual Argentina se encontraba y que veía restringido el acceso al financiamiento externo. Sumado a esto, las dudas de los potenciales garantes acerca de la capacidad de pago y cumplimiento de los contratos por parte de las empresas de

---

<sup>38</sup> Es oportuno destacar una noticia acerca de inversiones privadas, en este caso la empresa TGS finalizó la obra que la consolida como el Primer Midstreamer de Vaca Muerta: construyó un gasoducto y una planta de acondicionamiento en Tratayén, Provincia del Neuquén. Estas obras ayudarán a la evacuación del gas producido en Vaca Muerta. El gasoducto de 150 km, que atraviesa 30 áreas productivas de la formación, permitirá el transporte de hasta 60 MMm<sup>3</sup>/d, que serán acondicionados en la planta construida en Tratayén, previo a inyectarlo a los sistemas de transporte regulados. La capacidad de acondicionamiento inicial de esta planta es de 5 MMm<sup>3</sup>/d con posibilidad de ampliarla en el futuro mediante la instalación de módulos que acompañarán el ritmo de desarrollo de las reservas. Fuente: <https://www.tgs.com.ar/Prensa/Detalle?aid=1524> [acceso diciembre 2019]

<sup>39</sup> Decreto N° 140/07. Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Argentina. 2007.

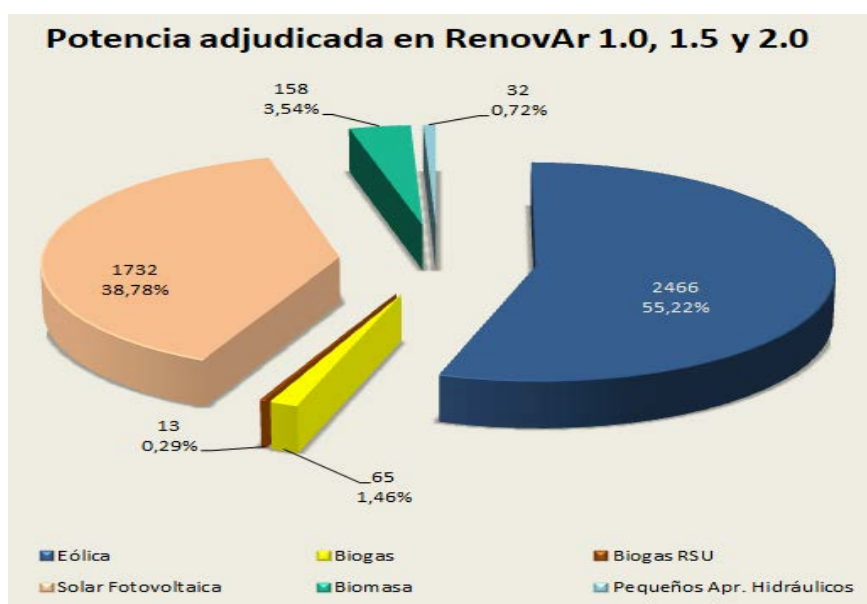
<sup>40</sup> Mediante el Decreto N° 562 reglamentario de la ley N° 26190 se crea el Programa GENREN (Programa de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables). Argentina. 2009.



distribución eléctrica, en un escenario de alto endeudamiento, y la desconfianza sobre la seguridad jurídica en el país, hicieron que los inversionistas privados no pudieran obtener las garantías necesarias para hacer factibles las inversiones en energías renovables.

En este punto, es oportuno señalar que, las políticas sobre eficiencia energética, han tenido una escasa o nula participación en la matriz energética nacional, el evento más difundido fue el cambio de lámparas incandescentes por las de bajo consumo, aplicado tanto en el sector residencial como en luminaria urbana<sup>41</sup>.

En el período de gobierno<sup>28</sup> (dic.2015-dic.2019), las energías renovables tuvieron un impulso significativo mediante los programas RenovAr 1, 1.5 y 2, además de la Resolución 202/2016 y más recientemente el programa MATER<sup>43</sup> y Renovar Miniren (ronda 3)<sup>42</sup> que permitieron adjudicar, a través de subastas de energía, alrededor de 6000MW.



**Figura 9.** Distribución de potencia adjudicada por tipo de tecnología. Elaboración propia con datos de la SSEREE, Ministerio de Hacienda.

Solo la suma de potencia adjudicada por el programa RenovAr acumuló la cantidad de 4.466MW. Esto significó una importante participación del sector privado en respuesta a condiciones favorables de inversión.

Respecto de los valores promedio de cada tecnología en las distintas rondas se tiene:

---

<sup>41</sup> Mediante el programa PRONUREE se establecieron las pautas para el cambio de lámparas y luminarias entre otros alcances. Decreto 140. Argentina. 2007.

<sup>42</sup> La subasta tiene contemplada la adjudicación de unos 400MW. Ministerio de Hacienda. 2019.

Tecnología	Potencia [MW]	Precio Promedio [USD/MWh]		
		Ronda 1	Ronda 1.5	Ronda 2
Eólica	2466	53,75	53,68	40,87
Biogas	65	152,82		163,98
Biogas RSU	13			129,03
Solar Fotovoltaica	1732	60,00	56,34	44,25
Biomasa	158	110,00		126,08
Pequeños Apr. Hidráulicos	32	105,00		100,24
<b>Total potencia adjudicada</b>	<b>4466</b>			

**Tabla 1.** Precio promedio de las tecnologías adjudicadas. Elaboración propia con datos de la SSER, Ministerio de Hacienda.

De acuerdo a los precios adjudicados, la Subsecretaría de Energías Renovables, realizó un cálculo del precio ponderado por cada ronda lo cual se sintetiza en la siguiente tabla:

Precio ponderado [USD/MWh]		
Ronda 1	Ronda 1.5	Ronda 2
<b>61,33</b>	<b>53,98</b>	<b>51,48</b>

**Tabla 2.** Precios promedios de las distintas subastas. Elaboración propia con datos de la SSEREE, Ministerio de Hacienda.

Las diferentes rondas del programa mostraron una disminución en los precios promedios. Esto en parte está influenciado por la mejora en las tecnologías, menores costos de fabricación de paneles solares con aumento de la eficiencia, a lo que se añade un marco regulatorio con incentivos hacia la inversión, y condiciones propicias del país en referencia a la abundancia de recursos renovables para su aprovechamiento en generación eléctrica.

En el mismo orden, el programa MATER<sup>43</sup> también logró una participación muy importante de las empresas, muchas de las cuales también participan del programa RenovAr.

Cabe mencionar que las adjudicaciones con prioridad de despacho para el período 2017-2020 suman unos 845MW conformados por energía eólica (82%) y fotovoltaica (18%). Este tipo de contratos propicia un mercado más competitivo para la compra-venta de energía entre privados, lo que amplía el espectro de posibilidades para las inversiones y la competitividad de precios.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Resolución 281-E/2017. *Régimen del Mercado a Término de Energía Eléctrica de Fuente Renovable (MATER.)*. Ministerio de Energía y Minería. Argentina. 2017

<sup>44</sup> Los inversionistas tienen la posibilidad no solo de venderle energía a CAMMESA sino también realizar contratos con otras empresas privadas a fin de proveerles energía a precios acordados entre las partes.

### **3 Generación distribuida de energía renovable integrada a la red: marco jurídico en Argentina**

#### **Compromisos medioambientales, el primer paso...**

A principio de la década de 1990, Argentina inició el camino hacia el compromiso medioambiental que llevaría su destino a cambios sustanciales en la matriz energética. Desde el acuerdo de Kioto, la Convención de Cambio Climático, el Acuerdo de París y más actualmente el compromiso firmado en la Convención Marco sobre el Cambio Climático en Marakesh, Argentina ha participado activamente en las cuestiones que atañen no solo al mundo sino que afectan también a nuestro país, cuestiones que forman pensamientos y promueven comportamientos, cuestiones que son coyunturales porque definen y/o definirán las próximas décadas y serán parte del legado que recibirán las generaciones futuras.

Con el objetivo de hacer tangibles los compromisos asumidos por Argentina, en la última década varias normativas, primero en el ámbito nacional y luego en el provincial, se gestaron como las primeras directrices que marcarían el inicio de una nueva política energética, en cuyo espíritu subyace un lineamiento claro para el fin deseado: la eficiencia y racionalidad en la administración de los recursos energéticos del país. En consecuencia, el legislador entendió, que la sola acción sobre la infraestructura que conforma la oferta de activos y bienes que suministran la energía para el desarrollo de las actividades del país y la Nación no sería suficiente, sino que, el complemento que cerraría el círculo de la eficiencia tendría un actor fundamental, el ciudadano.

Cada una de las personas que conforman la Nación Argentina está convocada a comprometerse con el fin de lograr que, desde su carácter como consumidor y/o generador, se comience a transitar un nuevo sendero en el uso de la energía. Por ende, tanto la oferta como la demanda son convocados a participar por las normativas aprobadas por el poder ejecutivo y legislativo, en el ámbito nacional, provincial y hasta municipal, para unirse y trabajar cada uno desde su lugar, en el compromiso de un nuevo paradigma que involucra el uso de los recursos energéticos, un compromiso que ambas partes deberán cumplir si se tiene como meta construir un futuro que integre el confort, un medio ambiente sano, y nuevas y variadas oportunidades laborales en un sector prácticamente nuevo en nuestras fronteras soberanas. Es por eso, que cada paso dado, primero con la Ley de Medioambiente<sup>5</sup>, el decreto de eficiencia energética<sup>6</sup>, luego con la ley de incorporación de energías renovables a la matriz nacional<sup>7</sup> y su modificatoria<sup>8</sup>, y más recientemente la ley de generación distribuida (GD) de energías renovables integradas a la red, ha sido un signo relevante de los avances que Argentina ha logrado en materia jurídico-energética, en virtud del compromiso por el bienestar de sus ciudadanos, el cuidado por el medioambiente y la integración de nuestro país al mundo.

#### **Legislación sobre generación distribuida**

A fin de ampliar los aspectos que involucra el objetivo desarrollado en la presente tesis, se hará un repaso de los principales logros normativos en generación distribuida de energías renovables incorporadas a la red pública, que se han aprobado en Argentina. Las normativas vigentes junto a las discusiones presentes y futuras acerca de un marco legal

que promueva la sustentabilidad de nuestro hábitat, son el escenario en el cual nuestro país inicia un proceso de consolidación de los nuevos paradigmas implementados hace años en varias partes del mundo.

Las políticas desarrolladas en torno al fomento de las energías renovables han allanado el camino para dar lugar a normativas como la presente, y plantear nuevos horizontes de crecimiento lo que significa un cambio en el rumbo de la política energética tradicional. En pocos años Argentina desarrolló legislación y programas de incentivo a las energías renovables y a la generación distribuida, lo que dio como resultado un enorme e importante paso que insertó al país en el contexto internacional. Asimismo, también se generó un florecimiento de la industria como la electromecánica y metalúrgica que comenzaron a ver oportunidades de negocios mediante la diversificación y adaptación de sus actividades a este nuevo contexto de necesidades tecnológicas.

En este sentido, puede aseverarse que Argentina ha demostrado el compromiso de honrar los acuerdos internacionales referidos a la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y ha llevado adelante políticas de uso racional y eficiente de la energía. En este sentido, hay mucho trabajo por hacer, y de seguro muchos errores y aciertos se cometerán a fin de optimizar la matriz energética, la cual hoy se encuentra en un proceso evolutivo, ya que reúne tanto las energías de fuentes convencionales, como la termoeléctrica y la hidroeléctrica, como así también la reciente incorporación de fuentes renovables, muy nueva en nuestro país y que, en los últimos años, ha incrementado su participación gracias a los programas<sup>45</sup> de gobierno llevados adelante.

Como ejemplo de las energías renovables que se han incorporado a la matriz eléctrica argentina mediante los programas de gobierno mencionados cabe señalar:

Tipo de energía	Fuente de generación	<sup>46</sup> Región más propicia
Eólica	viento	Patagonia
Fotovoltaica	sol	Norte
mini-hidro	pequeños ríos	Cuyo
Térmica	biomasa / <sup>47</sup> biogás	Litoral / Pcia. de Buenos Aires
geotérmica (en proyecto)	vapor de acuíferos termales	Neuquén, Jujuy, San Juan

**Tabla 3.** Descripción de energías renovables.

---

<sup>45</sup> En el ámbito nacional los programas Genren, RenovAr 1, 1.5, 2, MATER, PERMER y PROINGED (provincia de Buenos Aires). Más información en la página web de Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Secretaría de Gobierno de Energía. Ministerio de Hacienda.

<sup>46</sup> Existen en todo el país lugares donde las energías mencionadas pueden desarrollarse. Aquí solo se mencionaron las regiones y/o provincias que poseen, naturalmente, potenciales recursos para una mayor explotación de la energía en cuestión.

<sup>47</sup> El biogás, puede ser generado de dos maneras, como producto de la descomposición de residuos sólidos urbanos o mediante biodigestores que descomponen la biomasa en una solución acuosa. En ambas instancias el proceso es anaeróbico con presencia de bacterias.

Si bien todos los tipos de energías renovables, dependiendo de sus características, son aptas para desarrollar una red de generación distribuida conectada al sistema local, hay muy pocas tecnologías actualmente que sean tan flexibles para su diseño, tanto en lo técnico como en lo económico, como lo es la solar fotovoltaica. Tal es así que es el sistema más difundido en el mundo como fuente de generación autónoma y/o con conexión a la red local. Esta tecnología es tan versátil que en muchas partes del mundo puede observarse instalada en techos de viviendas residenciales lo que permite disfrutar de los espacios verdes e incluso, en zonas densamente pobladas, se los puede montar en las terrazas de los edificios. Dichos sistemas tienen la virtud de ser más accesibles al consumidor final, por su flexibilidad de montaje, escalabilidad y menores costos, en comparación a otras tecnologías. Estos equipos, poseen la característica de ser modulares, de sencilla instalación, y con bajos costos de operación y mantenimiento, siendo la tecnología mayormente elegida para el sector residencial, comercial e incluso rural<sup>48</sup>.

Actualmente, la constante investigación, ha conseguido mejorar los materiales utilizados, ya sean paneles solares como así también las baterías para el almacenamiento de la energía, convertidores de potencia e inversores, lo que permitió incrementar la eficiencia y reducir los costos de estos sistemas. En consecuencia, la evolución de esta tecnología, ha permitido satisfacer una mayor variedad de aplicaciones y consumos.

A continuación, se pueden observar algunos proyectos de sistemas de generación distribuida dispersos y en configuración mini-red, resultado del programa nacional Permer. Otras bibliografías (Miller, Ye, 2003, p.44) categorizan a este tipo de generación como micro-red<sup>49</sup>.

---

<sup>48</sup> En zonas rurales, alejadas de los cascos urbanos del municipio, la instalación de sistemas fotovoltaicos se ha difundido, ya sea para mover bombas de pozos de agua, iluminación, consumos internos e incluso como fuente de potencia para boyeros eléctricos. Cabe señalar que, esta última finalidad, tuvo un impulso en el año vigente, con la Disposición 65/2019 - DI-2019-65-APN-SSERYEE#MHA - de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Ministerio de Hacienda). Mediante el programa PERMER, se adjudicó la provisión de 1315 boyeros solares a la empresa FIASA, radicada en Bragado, provincia de Buenos Aires. En otro orden, el programa PERMER contempla, además, el diseño de micro-redes para comunidades rurales aglomeradas. Estas, en general, se encuentran en zonas de difícil acceso, con lo cual se hace inviable conectar técnica y económicamente dichos puntos con el suministro eléctrico provincial.

<sup>49</sup> Es un término poco definido que describe un sistema de energía pequeño, generalmente con múltiples generadores y cargas. Los conceptos para micro-redes se dividen en dos categorías generales: • Sistemas destinados a operar siempre aislados de una gran red de servicios públicos. • Sistemas que normalmente están conectados a una red más grande. Recuperado de [www.nrel.gov/docs/fy03osti/34715.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy03osti/34715.pdf)



**Figura 10.** Instalaciones de generación distribuida en zonas aisladas. En las fotos a) y b) sistema instalado en hogares, figuras c) y d) suministro a escuelas. Imagen e) instalación en configuración de micro-red. Fuente: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Ministerio de Hacienda.

### Aspectos de la ley nacional N° 27424 y su reglamentación

En Argentina, la Ley Nacional 27424/17<sup>50</sup>, que incentiva el uso de la generación distribuida, fue sancionada a finales de 2017 y lleva el título, “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública”. Esta legislación forma parte de la consolidación de un camino, que desde hace más de dos décadas, ha decidido recorrer nuestro país, como parte de la contribución que emerge de los compromisos<sup>3</sup> asumidos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Sumado a esto, la situación de emergencia energética mencionada en capítulos anteriores, contribuyó a la búsqueda de nuevos y desafiantes paradigmas para la administración eficiente de la matriz energética nacional.

Cabe destacar que el 2 de noviembre de 2018 se publicó el Decreto reglamentario N°986/18 que pone en cabeza de la Secretaría de Gobierno de Energía la función de Autoridad de Aplicación. Actualmente, con una nueva administración de gobierno que inició su actividad el 10 de diciembre de 2019 y con un nuevo organigrama aprobado mediante el Decreto 50/19 del Poder Ejecutivo Nacional se establece que la Secretaría de Energía tendrá la función de Autoridad de Aplicación<sup>51</sup>.

---

<sup>50</sup> Esta ley fue promulgada mediante el Decreto 1075 el 20 de diciembre de 2017, Buenos Aires, Argentina.

<sup>51</sup> De acuerdo al Decreto 50/19 (PEN), la Secretaría de Energía, tendrá como parte de sus objetivos: “Ejercer las funciones de autoridad de aplicación de las leyes que regulan el ejercicio de las actividades en materia energética, y de autoridad concedente en relación con las concesiones y habilitaciones previstas en dichas leyes. (Apartado X, ANEXO II)”

En su primer artículo la ley manifiesta: “ *La presente ley tiene por objeto fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias.*”

Uno de los aspectos de este objetivo habla del libre acceso a la red pública, en consonancia con el marco regulatorio amparado provisto por la ley 24065/1992. En consecuencia, este primer artículo, sienta las bases generales sobre las cuales se desarrollará la actividad promovida, los actores involucrados, y los derechos y obligaciones de los mismos.

### **Autorización de conexión**

El permiso será tramitado por el usuario-generador frente al distribuidor local. En este sentido, y como requisito de la aprobación por parte del distribuidor, éste realizará una evaluación técnica y de seguridad de la propuesta del interesado a fin de garantizar que los parámetros de calidad se encuentren dentro de las normativas vigentes con el fin de salvaguardar la integridad de las personas, los bienes y la continuidad del servicio local de red.

### **Esquema de facturación**

El modelo de facturación propuesto será el de net-billing o balance neto de facturación, es decir que la demanda y la inyección poseen distinto precio y el neteo es monetario. Este sistema compensa en la facturación los costos de la energía eléctrica demandada con el valor de la energía eléctrica inyectada a la red de distribución. En consecuencia, el valor a pagar por el usuario-generador será el resultante del cálculo neto entre el valor monetario de la energía demandada y el de la energía inyectada antes de impuestos. En el caso de haber excedentes a favor del usuario-generador, éste configurará un crédito pagadero en los siguientes períodos.

Por otra parte, el distribuidor no podrá añadir cargos a los usuarios-generadores por mantenimiento de la red, peajes o cualquier otro concepto.

### **Autoridad de aplicación**

El Poder Ejecutivo nacional designará el órgano interventor<sup>51</sup> para dicha función. La autoridad de aplicación velará por el cumplimiento de las normas de calidad de servicio, así como del comportamiento de los actores intervinientes a fin de consolidar un sistema seguro, confiable y eficiente. Además, y conjuntamente con otros ministerios llevará adelante políticas activas para el fomento y la promoción de la industria nacional de equipamiento para la generación distribuida, la adquisición, instalación de equipos por parte de los usuarios-generadores, así como el impulso de programas de capacitación que sean necesarios para el mejor desenvolvimiento del sector.

### **Fondo Fiduciario para el desarrollo de la Generación Distribuida (FODIS)**

En la presente ley, se crea un fondo formado por un fideicomiso de administración y financiero que tendrá como misión según reza la misma “el otorgamiento de préstamos, incentivos, garantías, la realización de aportes de capital y adquisición de otros instrumentos financieros, todos ellos destinados a la implementación de sistemas de generación distribuida a partir de fuentes renovables.” (Ley 27424, 2018, art.17)

El patrimonio de dicho fondo podrá integrarse de diferentes maneras a saber:

- ✓ Presupuesto nacional
- ✓ El recupero de capital e intereses por las financiaciones
- ✓ El producido de sus operaciones, rentas, donaciones, frutos de la inversión
- ✓ Ingresos obtenidos por la emisión de valores fiduciarios
- ✓ Recursos provenientes de organismos multilaterales

La autoridad de aplicación estará facultada para intervenir mediante el dictado de normas que mejoren el buen desempeño del fondo incluidas sanciones que correspondan. También podrá fijar beneficios diferenciales en aquellos casos donde exista una integración de valor agregado nacional del 20% o más respecto de lo establecido mediante régimen general.

### **Régimen de fomento de la industria nacional (FANSIGED)**

Su misión será la “investigación, diseño, desarrollo, inversión en bienes de capital, producción, certificación y servicios de instalación para la generación distribuida de energía a partir de fuentes renovables.” (Ley 27424, 2018, art.33).

Son integrantes del FANSIGED los siguientes instrumentos, incentivos y beneficios:

- a) Certificado de crédito fiscal sobre la inversión en investigación y desarrollo, diseño, bienes de capital, certificación para empresas fabricantes.
- b) Amortización acelerada del impuesto a las ganancias, por la adquisición de bienes de capital para la fabricación de equipos e insumos destinados a la generación distribuida.
- c) Devolución anticipada del impuesto al valor agregado por la adquisición de los bienes aludidos en el inciso b).
- d) Acceso a financiamiento de la inversión con tasas preferenciales
- e) Acceso al Programa de Desarrollo de Proveedores

### **Legislaciones provinciales**

En el contexto provincial, la adhesión de las provincias a la ley nacional ha sido muy dispar. Cabe señalar que, varias de las provincias que, si lo hicieron, han sancionado su propia



normativa y su alineación con la legislación nacional obedece, en algunos casos, a complementar su alcance sin entrar en contradicción con el marco nacional. Solo nueve de las veintitrés provincias que conforman la República, han adherido a la normativa nacional a saber:

- ✓ Catamarca (*ley de adhesión N° 5572 – decreto N° 1759A / 2019*),
- ✓ Chaco (*ley de adhesión N° 668 / 2019*)
- ✓ Chubut (*ley de adhesión XVII N° 141 – decreto 350 / 2019*),
- ✓ Ciudad Autónoma de Buenos Aires (*ley de adhesión N° 6165/2019*)
- ✓ Córdoba (*ley de adhesión N°10604 / 2018*),
- ✓ La Rioja (*ley provincial 10150 / 2018*)
- ✓ Mendoza (*ley de adhesión N° 9084 / 2018*),
- ✓ Misiones (*ley XVI - N° 128 / 2019*)
- ✓ Río Negro (*Aprobación proyecto de adhesión a la ley 27424. Versión Taquigráfica. Reunión III. 3º Sesión Ordinaria. Legislatura Pcia de Rio Negro. 26 de abril de 2019*)
- ✓ San Juan (*ley de adhesión N° 1878-A / 2018*),
- ✓ Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (*ley de adhesión N° 1276 / 2018*),
- ✓ Tucumán (*ley de adhesión N° 9159 / 2019*)

Como puede observarse en el listado precedente, las normativas provinciales poseen una escasa antigüedad, lo cual tiene su fundamento en la oportunidad creada, primero con la leyes<sup>8</sup> nacionales de fomento y promoción de las energías renovables y tiempo después su alcance a la generación distribuida. Estas normativas han generado cambios en la matriz energética y, en consecuencia, movimientos comerciales e industriales con motivo de abastecer la nueva demanda de equipamiento y mano de obra especializada, en torno a tecnologías muy poco desarrolladas en nuestro país. Producto de esta nueva concepción de generación de energía varias provincias comenzaron a aprovechar sus recursos naturales, geográficos y climatológicos, a favor del nuevo paradigma energético.

En referencia a los alcances de estas leyes, puede observarse que la mayoría ha mantenido un lineamiento muy similar a la normativa nacional. Cierto es que los grandes ítems, descriptos en la legislación nacional al principio de este capítulo, se han repetido en las normativas provinciales.

En otro orden, las provincias que poseen sus propias leyes sobre generación distribuida mediante energías renovables conectadas a la red, y que no han adherido a la ley 27424, han manifestado sus compromisos e intereses locales y coyunturales en defensa de su propia legislación, con la misión de fomentar diversos beneficios en los sectores residenciales, comerciales, industriales y rurales, en consonancia con programas de energías renovables puestos en marcha con anterioridad a la sanción de la ley nacional.

Las provincias que poseen sus propias normativas de generación distribuida son:

- ✓ Corrientes (*ley provincial 6428 / 2018*)
- ✓ Entre Ríos (*ley provincial 8916 / 1995*)
- ✓ Jujuy (*ley provincial 6023 / 2017*)
- ✓ Neuquén (*ley provincial 3006 / 2016*)
- ✓ Salta (*ley provincial 7824 / 2016*)
- ✓ San Luis (*ley 921 / 2014*)
- ✓ Santa Fé (*ley 12692 / 2006*)

En el caso de la provincia de Buenos Aires, existe el programa PROINGED<sup>52</sup>, creado por la resolución 827/2009 el cual hoy está dedicado a brindar apoyo a residenciales rurales de la provincia, aislados de la red de distribución local, con el objetivo de que accedan a la capacidad de autoabastecer su propio consumo. Este programa, si bien fomenta la generación distribuida o in-situ, no posee el alcance normativo que permite conectar dichos sistemas a la red de distribución del operador local. Sin embargo, en el portal de internet del Programa se menciona el objetivo futuro de ampliar el alcance<sup>53</sup> mencionado.

En otra instancia, es de destacar el caso de la provincia de Santa Fé, que desde el año 2005<sup>54</sup>, ha trabajado de manera constante hasta el día de hoy, en la actualización de su marco regulatorio, primero con políticas para la promoción del uso de biocombustibles, y generación eléctrica mediante energías alternativas, en sintonía con la productividad de oleaginosas característico de dicha provincia y más recientemente, con la sanción de normativas que introdujeron la figura de prosumidores<sup>55, 56</sup>, y que invitan al sector residencial, rural e industrial, con consumos en baja tensión, a transitar el camino de la generación eléctrica tanto para consumo propio como para inyectar sus excedentes en la red local, previo contrato de compra-venta de energía con la distribuidora.

Por otra parte, se encuentran aquellas provincias, que no poseen legislación referidas al desarrollo de una red de generación distribuida, entre ellas cabe mencionar:

- \* Buenos Aires (*no posee leyes sobre GD y no ha adherido a la ley 27424*)
- \* Formosa (*no posee leyes sobre GD - \* adhesión a la ley nacional - en análisis*)
- \* La Pampa (*no posee leyes sobre GD y no ha adherido a la ley 27424*)
- \* Santa Cruz (*no posee leyes sobre GD y no ha adherido a la ley 27424*)
- \* Santiago del Estero (*no posee leyes sobre GD y no ha adherido a la ley 27424*)

Ante todo, debe añadirse que, la generación distribuida, fue promocionada mayormente con tecnología fotovoltaica ya que estos sistemas son mucho más accesibles comercialmente y gozan de una mayor flexibilidad a la hora de su adquisición e instalación, como se detalló en anteriores apartados. Sin embargo, a pesar de las bondades de esta tecnología no todas las regiones de nuestro país se encuentran con posibilidades de acceder a las mismas, ya sea por cuestiones técnico-comerciales que se deben resolver con las distribuidoras locales, por factores climatológicos y/o por cuestiones económicas que impiden solventar y llevar adelante programas de promoción como el que se trata.

---

<sup>52</sup> Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida. Más información en: <http://www.proinged.org.ar/el-programa/> [último acceso junio 2019]

<sup>53</sup> Más información en: <http://www.proinged.org.ar/proyectos-y-obras/> [último acceso junio 2019]

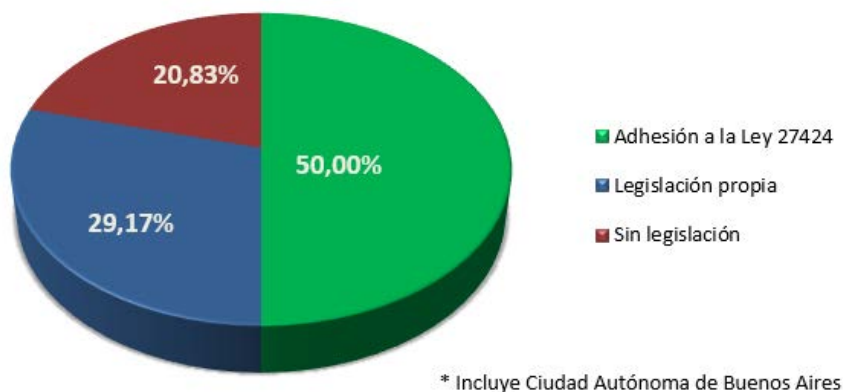
<sup>54</sup> Ley provincial 12503. Régimen de fomento de energías alternativas o blandas a partir de la aplicación de las fuentes renovables en todo el territorio de la Provincia de Santa Fe. Argentina. 2005

<sup>55</sup> Decreto 1565. Creación del Programa Prosumidores Santa Fé. Argentina. 2016. Decreto 1710. Ampliación del Programa Prosumidores. Argentina. 2018.

<sup>56</sup> Un prosumidor es un consumidor que posee su propia capacidad de producción de energía. (Da Silva, Ilié y Karnouskos, 2014, p.402)

A continuación, se muestra una gráfica donde puede observarse los porcentajes en cuanto a la adhesión a la ley nacional:

### Legislación provincial sobre generación distribuida



**Figura 11.** Porcentajes de participación de las provincias en el régimen de fomento de la generación distribuida. Incluye Capital Federal. Puede observarse que solo un tercio del país no posee legislación sobre el tema. Fuente: Elaboración Propia

Es importante remarcar que aproximadamente el 80% de las provincias se han comprometido, de una u otra manera, con el cambio de paradigma que involucra nuevos desafíos en el comportamiento de las comunidades, relacionados con el uso de la energía. Esto significa un enorme logro que Argentina ha conseguido, que pone a nuestro país en el sendero de las políticas medioambientales internacionales, y reivindica los compromisos asumidos en la firma de los acuerdos<sup>7</sup> de cambio climático.

Llegado a este punto es imprescindible avanzar en el camino marcado mediante programas que mejoren la eficiencia en el uso de la energía, generar conciencia en el ciudadano mediante el desarrollo de políticas educativas que capaciten a la sociedad para un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, promover las políticas en el sector comercial e industrial para que dichos actores participen activamente en la investigación, desarrollo, fabricación, instalación y servicios de mantenimiento de los nuevos sistemas. Sin duda hay mucho por hacer por este nuevo paradigma de ver y conceptualizar el uso de la energía, y por ende el esfuerzo del sector público y el privado debe complementarse y fortalecerse, cada uno con sus virtudes y alcances, a fin de promover normativas que acompañen en paralelo a la innovación provista por los avances en la ciencia y la tecnología. En este sentido, las políticas como las mencionadas, hacen mella en la unidad fundamental de todo país, las ciudades, ya que es en ellas donde la puesta en marcha de programas de eficiencia hace participar a la sociedad en su conjunto, generan conciencia y compromiso social, económico y medioambiental.

En el siguiente cuadro se realizó un breve resumen comparando las normativas de las provincias que no adhirieron a la ley nacional 27424/17 respecto de la citada legislación.

## Ciudades Sustentables: Administración de los recursos energéticos en el hábitat y eficiencia energética aplicada

Jurisdicción	Normativa Nro/año	Reglamentada	Max. potencia instalada [kW]	Costos de ingreso a la red y mantenimiento	Tarifa por inyección a la red		Aplicación a edificios públicos	Financiamientos		Autoridad de aplicación	Autorización de conexión	Evaluación técnica y habilitación	Organo de control
					Monto [\$k/Wh]	Excedentes de inyección a la red		Programa	Beneficiarios				
Nacional	Leg 27.424/2017	Decreto 986/2018	Igual a la demanda del usuario-generador. @Para solicitar mayor potencia se debe tramitar un permiso ante distribuidor	A cargo del usuario-generador.	Tarifa de Inyección: precio de compra de la energía eléctrica, incluida la tarifa de transporte en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), por parte del Distribuidor y en relación al período estacional vigente.	Generan créditos a favor del usuario-generador.	Obligatoria para nuevos y existentes edificios	* FODIS ** FASINGED	* usuario-generador ** industria, investigación	Secretaría de Gobierno de Energía	A cargo del Distribuidor local	A cargo del Distribuidor local	Ente Provincial Regulador
Corrientes	Leg 6.428/2018	S/R	S/R	A cargo del usuario-generador.	Diferentes de acuerdo a los tipos de consumos. Establecido por la Autoridad de Aplicación.	Generan créditos favor del usuario-generador.	Obligatoria para nuevos y existentes edificios	Fondo Fiduciario Público	usuario-generador	Secretaría de Energía	A cargo del Distribuidor local	A cargo del Distribuidor local con instrucción del Ente Regulador.	Ente Regulador Jurisdiccional
Entre Ríos	Leg 8.316/1995	Ley 9289/2000 Ley 10153/2012	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	S/R	Ente Provincial Regulador
Jujuy	Leg 6023/2017	S/R	Normativa técnica fijada por la Autoridad de Aplicación	A cargo del usuario-generador.	Determinado por la Autoridad de Aplicación. Tarifa Incentivo.	Generan créditos favor del usuario-generador.	S/R	* Régimen de Inversiones ** Régimen de promoción Reducción/Exención de impuestos	* usuario-generador ** empresas	S/R	A cargo del Distribuidor local	A cargo del Distribuidor local	Superintendencia de Servicios Públicos Privatisados y otras Conexiones (SUSEPU)
Neuquen	Leg 3.006/2016	S/R	No especifica	A cargo del usuario-generador.	Establecido por la Autoridad de Aplicación	Generan créditos favor del usuario-generador.	Aplica normativa	Líneas de crédito para la compra de equipos. Fondos para el desarrollo y la investigación.	usuario-generador	Ministerio de Energía, Servicios Públicos y Recursos Naturales	A cargo del Distribuidor local	A cargo del Distribuidor local	Ministerio de Energ Servicios Públicos Recursos Naturales
Salta	Leg 7.824/2014	Decreto 1315/2014	100	El usuario deberá pagar la conexión y semestralmente la inspección a la instalación, realizada por el Distribuidor	Establecido por Ente Regulador de los Servicios Públicos	Generan créditos favor del usuario-generador.	No hace mención	S/D	usuario-generador	Ente Regulador de los Servicios Públicos	Ente Regulador de los Servicios Públicos	Ente Regulador de los Servicios Públicos	Ente Provincial Regulador
Santa Fé	Leg 12.692/2006	Decretos 1565/2016* 1710/2018* Res. 140/2018**	15 y gen. renov. anual [kWh] <= 80% cons. anual [kWh]	A cargo del usuario-generador.	hasta 2kW-> \$6,5 hasta 5kW-> \$8 hasta 10kW-> \$5,5 hasta 15kW-> \$5	Generan créditos favor del usuario-generador.	La ley 12503 ordena la aplicación	Programa Prosumidores	*Clientes de Pequeñas Demandas Urbanas o Rurales de la EPE. **Grandes usuarios en ET.	Ministerio de la Producción	Secretaría de Estado de la Energía	A cargo del Distribuidor local (EPE)	Secretaría de Estado de la Energía

**Figura 12.** Cuadro comparativo entre las normativas de las provincias que no adhirieron a la ley 27424 y la ley nacional en cuestión. Elaboración propia en base a las normativas provinciales y nacionales. Fuente de la legislación consultada: Infoleg

### Observaciones

Cabe mencionar que todas las normativas contemplan el modelo de balance neto de facturación para la oferta y demanda de energía, así como también contemplan la celebración de un contrato de compra-venta de energía entre el usuario-generador y la Distribuidora, y en algunos casos, como por ejemplo la Pcia de Santa Fe exige la inscripción del interesado en un registro especial en concepto de usuario-generador.

En la legislación de Salta se menciona el no uso de elementos de acumulación mientras que en el resto de las normativas no se observa dicha restricción de diseño. Por otra parte, la normativa de Entre Ríos, es la más antigua de todas en materia de energías alternativas y no posee avances significativos en lo que respecta a la regulación en generación distribuida.

De lo expuesto, puede observarse que las legislaciones provinciales que no adhirieron a la ley nacional, poseen muchas similitudes con respecto a esta última. Los aspectos en los cuales más se diferencian son en los programas e incentivos, ya que cada jurisdicción ha creado sus propias fuentes de promoción para incentivar la participación de la comunidad en la matriz energética local. Otro de los ítems diferentes es la Autoridad de aplicación, en

los cuales varía desde ser un ente regulador hasta una secretaría de energía o ministerio de la producción.

Es importante señalar que existe un importante interés de los gobiernos provinciales en la participación del consumidor residencial en el nuevo paradigma energético, que, si bien actualmente se encuentra en una etapa muy prematura de su crecimiento, en los próximos años se convertirá en el concepto básico a implementar en cada ciudad de nuestro país.

Argentina comprendió la necesidad y la importancia que posee la implementación de estos nuevos conceptos en el diseño de las matrices energéticas, las cuales cambiarán, a medida que se desarrollen y evolucionen, la manera de ver la generación y el consumo de la energía en una ciudad, en una provincia y en el país.

En una publicación del ENRE<sup>57</sup> encontrada en su portal de internet, se resuelve aprobar el cuadro tarifario para la inyección de energía por parte de los usuarios-generadores, cuya vigencia se establece a partir del 1 de mayo de 2019. El documento incorpora una tabla con los valores de las tarifas para las tres zonas horarias (pico, valle, resto) expresados en moneda local, aplicables a las distribuidoras EDENOR y EDESUR.

***Tarifas de Inyección de Generación Distribuida - \$/kwh***

<i>Residencial</i>	2.062
<i>General</i>	2.206
<i>T2</i>	2.206
<b>Tarifa 3 - BT &lt; 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	2.311
Cargo Variable Resto	2.206
Cargo Variable Valle	2.103
<b>Tarifa 3 - MT &lt; 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	2.197
Cargo Variable Resto	2.097
Cargo Variable Valle	1.998
<b>Tarifa 3 - AT &lt; 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	2.106
Cargo Variable Resto	2.011
Cargo Variable Valle	1.916
<b>Tarifa 3 - BT &gt;= 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	3.346
Cargo Variable Resto	3.198
Cargo Variable Valle	3.049
<b>Tarifa 3 - MT &gt;= 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	3.18
Cargo Variable Resto	3.039
Cargo Variable Valle	2.898
<b>Tarifa 3 - AT &gt;= 300 kW potencia contratada</b>	
Cargo Variable Pico	3.049
Cargo Variable Resto	2.914
Cargo Variable Valle	2.779

**Tabla 4.** Tarifas de inyección para usuarios-generadores. Publicado en el Boletín Oficial el 24/07/2019 bajo la Resolución del ENRE N° 189/2019.

---

<sup>57</sup> Resolución 189-2019. *Aprobación de tarifas de inyección para usuarios-generadores*. RESFC-2019-189-APN-DIRECTORIO#ENRE.

## **Análisis del contexto argentino**

Es comprensible que, en una primera etapa de la aplicación de este tipo de tecnología dirigido a la red eléctrica, se implemente un sistema básico para el intercambio de energía entre el usuario y la red local. Sin embargo, la evolución hacia etapas posteriores hace necesario el uso de equipos acumuladores de energía a fin de abastecer tanto al usuario-generador como a la red en horarios donde la tecnología renovable empleada no cuenta con su fuente de energía primaria<sup>58</sup>. En el caso de los sistemas de GD con tecnología fotovoltaica, esta fuente sería el sol. De aquí que, en horarios nocturnos, el abastecimiento de energía residencial y hacia la red local podría fácilmente ser suministrado por arreglos de baterías destinadas a tal efecto, tal como ocurre en otros países donde el desarrollo de redes como el que se trata se encuentra muy avanzado. Esto lleva a mencionar otro nivel evolutivo, las redes inteligentes, las cuales se hacen ineludiblemente necesarias si se desea lograr aprovechar al máximo la red de distribución planteada. Hay que reconocer que, este salto evolutivo de una GD básica a una más completa y avanzada, necesita primero la madurez de los primeros pasos, los cuales Argentina ya ha dado en materia de eficiencia energética.

El Departamento de Energía de los Estados Unidos (2008) se refiere a las redes inteligentes de la siguiente manera:

En el corto plazo, una red más inteligente funcionará de manera más eficiente, lo que le permitirá brindar el nivel de servicio que esperamos que sea más asequible en una era de costos crecientes, al tiempo que ofrece considerables beneficios sociales, como un menor impacto en nuestro entorno.

A más largo plazo, se espera que la red inteligente estimule el tipo de transformación que Internet ya ha traído a la forma en que vivimos, trabajamos, jugamos y aprendemos. (p.2).

Cabe añadir que la optimización de las redes eléctricas es una tarea que requiere de un esfuerzo conjunto entre los diferentes actores que componen la matriz de una sociedad, y es en este sentido que se debe proceder con ideas y reglas claras de juego. En consecuencia, y como se ha dicho en anteriores oportunidades, el camino por recorrer es largo y desafiante si se quiere lograr la optimización energética.<sup>59</sup>

En palabras del Consejo Mundial de Energía (2013),

...existe un fuerte consenso sobre la necesidad de que las políticas energéticas y los procesos regulatorios sean coherentes, estables y transparentes; en la necesidad de la intervención del gobierno para corregir las fallas del mercado y garantizar que existan las condiciones para fomentar una mayor inversión en infraestructura y

---

<sup>58</sup> Llámese energía primaria a las fuentes renovables como el sol, el viento, el agua, la biomasa y el biogás.

<sup>59</sup> En 2013, el Consejo Mundial de la Energía (WEC) expuso una serie de mitos que influyen en la comprensión de aspectos importantes del panorama energético global. Señaló que, si no se cuestionan, estos conceptos erróneos pueden llevarnos por un camino de complacencia y oportunidades perdidas, ya que las vías actuales pueden no alcanzar las aspiraciones globales de acceso a la energía, seguridad energética y sostenibilidad ambiental, las tres dimensiones que deben estar equilibradas en el trilema energético. <https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2013/09/2013-Time-to-get-real-the-case-for-sustainable-energy-investment.pdf> [último acceso junio de 2019]

soluciones de energía limpia; y sobre la necesidad de un mayor esfuerzo conjunto, entre los sectores público y privado, en investigación y desarrollo (p. 4)

## 4 Oferta y demanda de energía: La matriz argentina

### Redes convencionales de transporte y distribución de energía eléctrica

Teniendo en cuenta que la energía eléctrica en Argentina, al igual que en muchos países del mundo no se puede almacenar, su producción debe igualarse a su consumo en todo momento y, por ende, debe existir un equilibrio constante entre la oferta y la demanda. Esto es cierto contemplando los tradicionales sistemas eléctricos de transporte y distribución en corriente alterna; más adelante se introducirán para su análisis sistemas más complejos, que incorporan almacenamiento de energía. Estos últimos a comparación de los primeros también gozarán de ventajas y desventajas cuya implementación surgirá de la conveniencia técnica, económica y ambiental del alcance del proyecto.

En consecuencia, debe entenderse a una matriz energética como una entidad en constante evolución, donde se podrá distinguir, en algún punto, una fuente donde se genere la energía y en otro punto, un sumidero donde se consuma dicha energía. En el medio entre estos puntos puede inferirse que existirá un camino de transporte no ideal, en el cual habrá pérdidas, las cuales, en la medida de la evolución de la tecnología y la aplicación de normas de eficiencia energética podrán acotarse cada día más.

Lo mencionado puede simplificarse en la siguiente expresión de transporte<sup>60</sup> de energía eléctrica:

$$\rightarrow \text{Oferta de energía} = \text{Demanda de energía}$$

Dónde:

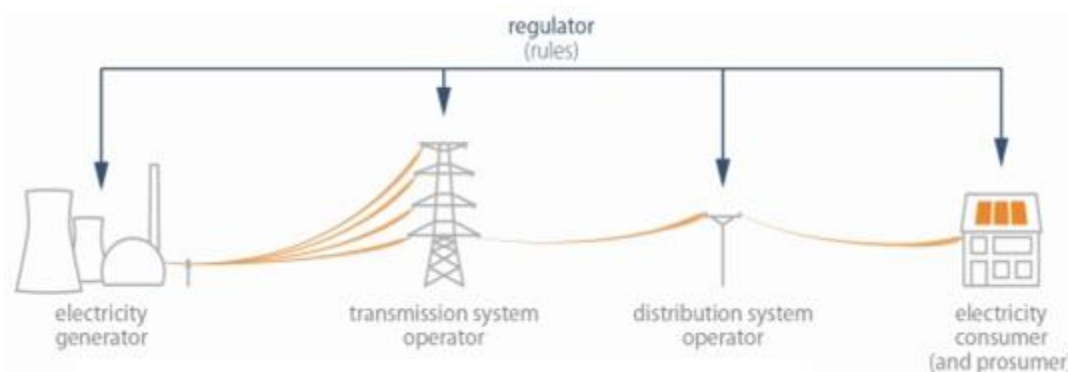
$$\text{Oferta de energía} = \text{consumo del usuario} + \text{pérdidas generales de la red}$$

$$\text{Demanda de energía} = \text{consumo del usuario} + \text{pérdidas generales de la red}$$

---

<sup>60</sup> Llámese a la distancia recorrida por la energía desde un punto de oferta hasta otro punto de demanda.

<sup>61</sup> La demanda de la energía tiene dos componentes generales, el consumo final y las pérdidas que se generan en la red por los procesos de transformación, transporte y distribución. Estas últimas están asociadas a las pérdidas en conductores con motivos de las grandes distancias, en muchos casos, que debe recorrer la energía desde los centros de producción hasta el usuario final. Para ejemplificar, un generador eléctrico (oferta), "ve" a una distribuidora como su potencial demanda. Entre ellos existe una estructura de transporte que posee pérdidas que el sistema debe compensar en su balance económico y financiero.



**Figura 13.** Sistema de transporte de la energía desde su punto de producción hasta el consumidor final.  
Fuente: EPRS

## Operación del sistema eléctrico argentino

En la mayoría de los estados existe un organismo creado para supervisar la matriz energética y ordenar la manera óptima de generar y transportar la energía de acuerdo a los requerimientos de la demanda. En nuestro país, el encargado de administrar el mercado eléctrico es la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA)<sup>62</sup> a través del Organismo Encargado del Despacho (OED).

CAMMESA fue concebida para realizar las siguientes funciones:

- Ejecutar el despacho económico para aportar economía y racionalidad en la administración del recurso energético.
- Coordinar la operación centralizada del SIN para garantizar seguridad y calidad.
- Administrar el MEM<sup>63</sup> asegurando transparencia por medio de la participación de todos los agentes involucrados y el respeto a las reglamentaciones respectivas.

Además, en el portal de internet se afirma que:

La racionalidad en la ejecución y coordinación del despacho apunta a que los precios mayoristas en el mercado spot se determinen en base al costo marginal de producción y transporte del sistema, y a que se maximice al mismo tiempo la seguridad y calidad de los suministros (CAMMESA, 2019).

Hasta aquí se comentó brevemente las funciones generales del organismo, las cuales se encuentran con una mayor precisión en Los Procedimientos<sup>64</sup>.

---

<sup>62</sup> Compañía creada bajo el Decreto 1192/92 basado en el art. 35 (Ley 24065/1992). *Dispónese la constitución de la sociedad Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima.*

<sup>63</sup> MEM. Mercado Eléctrico Mayorista. Es el ámbito donde se realizan las transacciones de compra-venta de energía.

<sup>64</sup> Es un conjunto de normativas en las cuales están escritas las metodologías de proceder y operar en el MEM.



## **Mercado Eléctrico Mayorista**

Con motivo de brindar algunos detalles que hacen al funcionamiento de CAMMESA y del MEM para un mejor proveer de sus funciones, se mencionan algunas características que en posteriores capítulos servirán de referencia para el desarrollo de los temas referidos al objetivo del presente trabajo.

### **El sistema eléctrico**

A los efectos del funcionamiento del Mercado, el Sistema Argentino de Interconexión (SADI) se considera dividido en Centros de Generación, Red de Transporte e Instalaciones de Distribución. Asimismo, existe un Sistema de Operación y Despacho superpuesto a dicho sistema físico.

### **Composición del MEM**

- Un Mercado a Término, con contratos por cantidades, precios y condiciones pactadas libremente entre vendedores y compradores;
- Un Mercado Spot, con precios sancionados en forma horaria en función del costo económico de producción, representado por el costo marginal de corto plazo medido en el Centro de Carga del Sistema;
- Un sistema de estabilización por trimestres de los precios previstos para el Mercado Spot, destinado a la compra de los Distribuidores.

### **Sistema de Operación y Despacho (SOD)**

El funcionamiento del Mercado Spot requiere comunicación en tiempo real entre los integrantes del MEM y el OED, para programar y coordinar la operación y el despacho del Sistema, así como para calcular en tiempo y forma los precios y volúmenes que definirán los montos en las transacciones económicas.

En consecuencia, una serie de sistemas de comunicación que supervisen y controlen las variables importantes para la administración del MEM son requeridos a saber:

- un sistema de operación en tiempo real (SOTR<sup>65</sup>), que brindará los medios físicos necesarios para llevar a cabo la coordinación de la operación en tiempo real del sistema eléctrico.
- un sistema de medición comercial (SMEC<sup>66</sup>), destinado a la medición, registro y transmisión de la información necesaria para la ejecución de las transacciones económicas en el MEM.

---

<sup>65</sup> Este sistema refleja, en el centro de control que CAMMESA posee en la localidad de Pérez, Santa Fé, las variables de la operación de la central a fin de conocer parámetros indicativos de su estado en todo momento.

<sup>66</sup> Es el encargado de medir la energía entregada por la central de generación a fin de poder realizarse la transacción económica de la energía.

- un sistema de comunicaciones (SCOM<sup>67</sup>) afectado a la operación en tiempo real y al sistema de medición comercial, que abarca enlaces de voz, datos, télex, u otros medios de comunicación.

### **Impacto de las energías renovables en la matriz eléctrica**

Cuando se habló de eficiencia energética, en general, se vinculó dicho concepto a los alcances en viviendas y redes eléctricas urbanas, pero también a niveles macro, cuando se trata de los grandes generadores que producen la energía para el país y las líneas de alta tensión que transportan dicha energía el concepto de eficiencia del sistema posee un peso relevante.

Con la aparición y mayor penetración, en los últimos años, de las energías renovables conectadas al SADI, la compañía administradora del MEM, CAMMESA se ha visto en la tarea de replantear y adecuar sus procedimientos, fundamentalmente por las características intermitentes que dichas tecnologías poseen. Esto trae efectos no deseados en un sistema pensado en base a una generación firme y determinística como lo es la energía térmica, hidroeléctrica, nuclear. En cambio, cuando se emplean energías renovables para la generación, las proyecciones de carga del sistema empiezan a tener componentes probabilísticas ya que ingresan a la ecuación los factores climáticos, basados en pronósticos y ya no más en la cantidad de gas habilitado o el volumen de gasoil almacenado en las centrales térmicas o bien, en la cota de agua en las hidroeléctricas.

Las normativas argentinas establecen que las energías renovables deben estar despachadas siempre a fin de aprovechar el recurso (sol, viento) cuando esté disponible.

Sin embargo, cada tecnología posee características y comportamientos propios cuyos efectos impactan de manera diferente en la red por lo que su tratamiento debe encuadrarse teniendo en cuenta dichas particularidades.

### **Energía eólica**

Es sin duda la más intermitente de todas las tecnologías y por ende responde, para su mejor entendimiento, a los análisis probabilísticos donde la variable aleatoria que define los resultados es el viento.

Las centrales que poseen dicha tecnología pueden, de un momento a otro, salirse de la generación y producir inestabilidades<sup>68</sup>, en tal sentido, el sistema debe estar preparado para absorberlas a fin de equilibrar tales condiciones cuando se presenten.

---

<sup>67</sup> Es el medio por el cual se transmiten los datos del SOTR y el SMEC, entre la central de generación y el centro de control de CAMMESA (OED) para la coordinación de las operaciones.

<sup>68</sup> Los aerogeneradores, que en su conjunto conforman granjas eólicas, se configuran para operar en rangos seguros de condiciones ambientales. Estos poseen márgenes de seguridad, tal que si la velocidad del viento disminuye de un cierto umbral o aumenta por encima de un valor fijado las aspas del molino se detienen y se colocan en una posición de mínima resistencia al paso del recurso renovable. Esto es así para asegurar una eficiente operación de la máquina y evitar desperfectos que incluso pongan en peligro la integridad del equipamiento.

Otra de las características de la energía eólica es que no pueden regular potencia reactiva y frecuencia por lo que otras centrales de energías convencionales deben estar presentes para cubrir dichas falencias.

En la documentación de CAMMESA, para la operación del MEM, Los Procedimientos, ANEXO 40 se definen cuestiones de índole exclusiva a la generación eólica. El texto establece:

Para el resto de los aspectos que son asimilables a los de generación convencional, la generación eólica será tratada como generación hidráulica de pasada, y por tal razón toda referencia hecha en LOS PROCEDIMIENTOS a generación en general o en particular que resulte aplicable a ese tipo de generación deberá entenderse como aplicable también a la generación eólica salvo que en este Anexo o en LOS PROCEDIMIENTOS se indique explícitamente lo contrario. (p.2)

En síntesis, la generación eólica será tratada como hidráulica de pasada, lo cual responde en gran medida a sus particularidades de comportamiento.

Adicionalmente, en el Anexo 40 se establece que el mínimo de potencia a ingresar al sistema será de 1MW y que “dependiendo de la potencia de la granja, deberá tener una o más torres de medición de vientos” (Anexo 40, 2014, p.3).

Cabe destacar que la región más propicia para el aprovechamiento del recurso eólico en nuestro país, es la zona patagónica.

### **Energía solar fotovoltaica**

Esta tecnología se caracteriza por poseer un comportamiento de tipo campana, ya que comienza a inyectar potencia al amanecer (6:30hs período estival, 8:29hs período invernal), llega a su pico alrededor del mediodía y comienza su descenso hasta extinguirse en el atardecer (20:46hs período estival, 18:36hs período invernal)<sup>69</sup>.

Puede entenderse, que este tipo de generación posee un comportamiento predecible respecto de la eólica con la salvedad de la disponibilidad del recurso según la franja horaria de la época en la cual se encuentre. Las regiones de nuestro país para la instalación de grandes granjas solares son la región norte y cuyo, donde el cielo posee muy baja nubosidad durante todo el año. Esta tecnología se ve afectada en días de mucha nubosidad, sin embargo, con una leve claridad ambiental tiene el potencial de producir energía, aunque no a valores nominales.

### **Energía de biomasa**

Las centrales poseen características muy similares a las termoeléctricas convencionales ya que a diferencia de estas últimas, el combustible que requieren tener disponible en sus

---

<sup>69</sup> Datos de la provincia de Mendoza el 1 de enero de 2019 y el 1 de junio de 2019. Servicio de Hidrografía Naval. Argentina. 2019. Más información en <http://www.hidro.gov.ar/Observatorio/Sol.asp>

instalaciones para su operación es biomasa<sup>70</sup> tratada<sup>71</sup> y almacenada en un recinto acondicionado. En consecuencia, este producto, usado como combustible, se quema en un horno, el calor producido calienta el agua de una caldera, se genera vapor y éste es conducido por cañerías aisladas hasta una turbina de vapor que posee solidario a su eje un generador, el cual produce energía eléctrica.

### **Energía de biogás**

Este tipo de tecnología se vale de los procesos de fermentación anaeróbica que utilizan microorganismos y materia provenientes de producción agrícola-ganadera, o productos secundarios de la industria del bioetanol como la vinaza.

Como indica Beljansky (2016) en *Recursos Energéticos Renovables*, “La fermentación o digestión metanogénica es la descomposición bacteriana de materia orgánica en ausencia de aire, produciendo una mezcla gaseosa, denominada biogás”.

En las plantas de generación eléctrica, el biogás se produce en biodigestores, lugar donde ocurre la fermentación anaeróbica, luego este gas, es tratado y enviado por tuberías de presión a los motores adaptados para el funcionamiento con este tipo de gas, los cuales están conectados mediante un eje solidario a generadores que producen energía eléctrica. En la práctica los equipos de generación son llamados moto-generadores.

Cabe aclarar que tanto esta tecnología como la de biomasa pueden ser consideradas como de generación firme ya que, al igual que la termoeléctrica convencional, necesitan tener, biomasa en el primer caso y biogás en el segundo, disponibles para su operación.

### **Pequeños Aprovechamientos hidráulicos**

Se trata de pequeñas centrales hidroeléctricas, con módulos menores a los 10MW de potencia instalada que permite el aprovechamiento de cursos de agua para la producción de energía, algunos poseen dique como la central Rio Escondido<sup>72</sup>. Varios de estos proyectos se encuentran en Mendoza.

### **Intermitencia de las energías renovables**

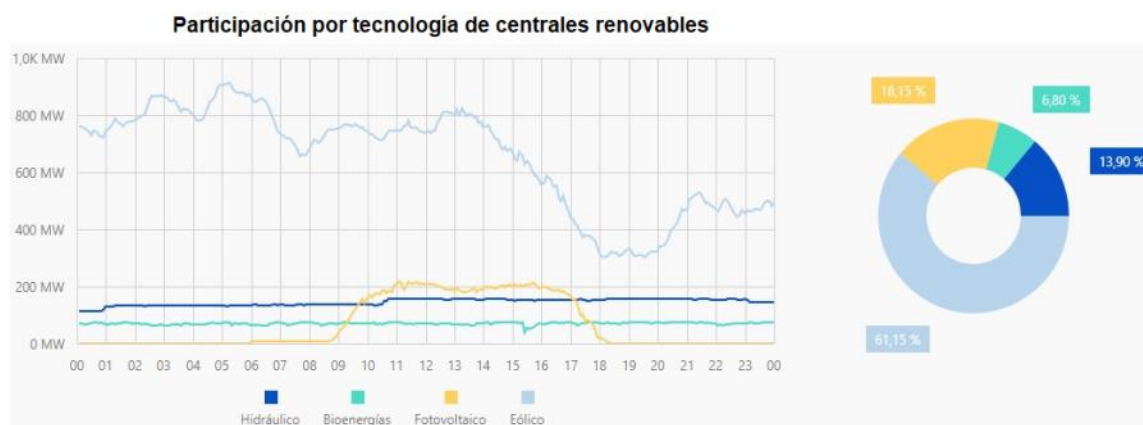
En la siguiente figura se muestra el comportamiento de la operación de las centrales renovables. Fuente CAMMESA

---

<sup>70</sup> La biomasa utilizada para generación tiene origen en la materia orgánica residual seca, como ser agrícolas y forestales como así también en los cultivos energéticos. Fuente: <https://www.appa.es/appa-biomasa/que-es-la-biomasa/>

<sup>71</sup> El tratamiento de la biomasa tiene el objetivo de lograr un mejor aprovechamiento de su calor específico al ingresar al horno y optimizar el rendimiento del mismo.

<sup>72</sup> Central hidroeléctrica de pasada ubicada al norte del Bolsón, Rio Negro. Cuenta con una potencia instalada de 7MW. El Proyecto asegura el caudal ecológico del río en todo momento, lo que preserva los procesos biológicos del mismo. Más información en <http://patagoniaenergia.lago-escondido.com/proyectos/central-hidroelectrica-de-paso-rio-escondido/> [acceso marzo de 2020]



**Figura 14.** Comportamiento de la inyección de potencia correspondiente a la captura del día 10.06.2019. Fuente: CAMMESA

Como se puede apreciar en la imagen, se observa el comportamiento intermitente de las granjas eólicas, seguido de una respuesta más predecible de las plantas fotovoltaicas y finalmente se confirma la característica de las centrales de bioenergías como centrales de potencia firme seguidas por los pequeños aprovechamientos hidráulicos.

Es oportuno señalar en esta instancia que, de acuerdo a lo expuesto, surge la necesidad de contar con equipos que faciliten una integración óptima de las energías renovables, y que ayuden al sistema interconectado en la resolución de las intermitencias de ciertas tecnologías. Esto implica, en el mediano y largo plazo, planificar la puesta en marcha de centrales de almacenamiento por medio de baterías asociadas principalmente a granjas eólicas y fotovoltaicas. Esto permitiría mayor estabilidad al SADI, además de aliviar los costos que implica tener centrales térmicas para la compensación de las fluctuaciones provocadas por los problemas expuestos. Sin embargo, es oportuno en esta instancia señalar la estrecha vinculación entre parques eólicos, granjas fotovoltaicas y centrales termoeléctricas, que ha sido objeto de mención en diferentes encuentros del sector energético argentino. En síntesis, una central termoeléctrica asegura una potencia firme y compensa las fluctuaciones de un parque eólico asociado. A pesar de ello, esta central requiere ser abastecida, tanto sea por combustibles líquidos o por gas natural lo cual aumenta las emisiones de GEI que en principio se quieren reducir con el uso de las energías renovables.

A raíz de lo planteado, surgen nuevas tecnologías, como el almacenamiento de energía en baterías, que comienza a ser visto como un nuevo elemento en la configuración de las matrices eléctricas renovables. En este aspecto, ya existen antecedentes en el mundo, uno de ellos es la central de almacenamiento en Australia<sup>113</sup> que cumple la función antes mencionada y otro proyecto<sup>120</sup> que cuenta con el permiso de las autoridades del Reino Unido, y que está planificado su ingreso al sistema eléctrico de Escocia en 2020. Estos sistemas poseen un alto grado de desempeño y constituyen las nuevas tecnologías del presente y futuro, para dar soporte firme a las energías renovables intermitentes.

En este capítulo se ha podido observar que, si bien Argentina tiene una corta historia en su experiencia con las energías renovables, avanza firmemente en la meta impuesta por las normativas vigentes sobre incorporación de tales energías al sistema y además con la

celeridad en el cumplimiento de sus compromisos medioambientales. En este sentido, es razonable que, en el camino elegido, se encuentren problemas que resolver. El planteo realizado sobre las intermitencias en algunas tecnologías implementadas como energías renovables indican que, todavía se debe trabajar mucho más para lograr una matriz energéticamente eficiente, la cual amortigüe las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las salidas aleatorias de potencia como las mencionadas. Es por eso que la eficiencia energética debe estar presente tanto en el ámbito micro de la vida cotidiana como en el macro de los grandes sistemas. El balance total será el resultado de la suma de todas las partes.

## 5 Eficiencia energética

### Conceptos y alcances

La frase completa no aparece en el diccionario, pero se pueden analizar las palabras que la componen y así obtener al final una interpretación más adecuada. El término eficiencia se define como *la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles*; energético se refiere a *todo lo que involucra el aprovechamiento de la energía de la materia*. La conjunción de ambas palabras da origen a la siguiente definición: *“la eficiencia energética es la capacidad de lograr los mismos servicios con el menor uso de recursos posible”*.<sup>73</sup>

La eficiencia energética está siendo considerada el eslabón primordial para la resolución de los problemas presentes y futuros que la humanidad enfrentará en materia de recursos energéticos, y su participación en los principales foros y organizaciones medioambientales del mundo está íntimamente relacionada con aspectos como el desarrollo de políticas de infraestructura, reglamentos de urbanización, normas de estándares de calidad para empresas, reglamentos de edificación sustentable, la administración óptima de recursos naturales y el etiquetado de electrodomésticos y de viviendas, entre otros objetivos.

La puesta en práctica de los conceptos de eficiencia energética minimiza los costos presentes y futuros por un uso racional de las energías primarias y secundarias, lo cual ahorra recursos que de otra manera se utilizarían en cantidades superiores, en consecuencia, disminuyen los efectos de GEIs, motivado por una actividad sustentable.

El camino a transitar no solo propone la confección y aplicación de normativas de eficiencia energética y sustentabilidad del hábitat construido<sup>74</sup>, sino también, promueve la elaboración de programas tendientes a capacitar y motivar a las personas hacia un uso consciente, racional y comprometido con los recursos disponibles, en armonía con el medioambiente circundante y global.

Sin embargo, las políticas basadas en eficiencia energética, al igual que toda otra, necesitan de un seguimiento con el fin de garantizar su puesta en práctica, es decir, el

---

<sup>73</sup> Ministerio de Energía y Minería. [www.minem.gob.ar/consejos-eficiencia/](http://www.minem.gob.ar/consejos-eficiencia/) [último acceso julio de 2018]

<sup>74</sup> La Directiva 2018/844 del Parlamento Europeo, modifica las Directivas 2010/31/UE y la 2012/27/UE y añade mejoras significativas en la eficiencia energética de edificios al propiciar, entre muchos aspectos, sistemas de control automático a fin de ayudar al consumidor a lograr los objetivos de ahorro energético.

cumplimiento en tiempo y forma de los objetivos propuestos. Por ende, se hace imprescindible el control de la gestión por parte de los organismos oficiales correspondientes afianzándose como veedores de los compromisos asumidos por el Estado respecto de la contribución ofrecida, en los acuerdos internacionales sobre cambio climático y medioambiente.

## **Políticas de eficiencia energética en Argentina**

En Argentina, las políticas en relación a temas de eficiencia energética fueron impulsadas en el ámbito nacional, a través de la publicación del Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo Nacional. Dicha normativa sentó las bases para el uso racional y eficiente de la energía. En este sentido, creó el programa PRONUREE y PROUREE<sup>75</sup> a fin de impulsar los lineamientos para las políticas a implementar en los diferentes sectores de la economía.

Alguno de los objetivos del Decreto N°140/07 a saber:

- **Industria:** incrementar la competitividad del sector a partir del uso eficiente de los recursos energéticos y productivos.
- **Comercial y Servicios:** incorporar medidas de eficiencia por adecuaciones tecnológicas como por hábitos de consumo.
- **Educación:** incorporar a los planes educativos de los distintos niveles de formación conceptos generales de energía, eficiencia energética, energías renovables y ambiente.
- **Cogeneración:** generar acciones para el aprovechamiento en el mediano plazo del potencial ofrecido por la cogeneración eléctrica en la REPUBLICA ARGENTINA, como forma de mejorar el abastecimiento de electricidad, ahorrar combustible, reducir las pérdidas de transmisión y reducir emisiones nocivas para el ambiente.
- **Etiquetado de eficiencia energética:** Establecer niveles máximos de consumo específico de energía, o mínimos de eficiencia energética, de máquinas y/o artefactos fabricados y/o comercializados en el país, basado en indicadores técnicos pertinentes.
- **Alumbrado Público y Semaforización:** Evaluar la conveniencia de la implementación de equipos y sistemas economizadores de energía de los Sistemas de Alumbrado Público y Semaforización.
- **Transporte:** Mejorar la gestión del transporte colectivo. Diseñar un Programa Nacional de Conducción Racional.

---

<sup>75</sup> Programa destinado a mejorar el uso de la energía en edificios públicos. Algunas de las medidas consideradas contemplan, el apagado de luces y equipos de computación fuera de la jornada laboral, limpieza de los edificios en horarios de luz natural y capacitación del personal sobre buenas prácticas de uso eficiente de la energía, entre otros aspectos.

- Vivienda: diseño de un sistema de certificación energética de viviendas. Reglamentar el acondicionamiento térmico en viviendas, establecer exigencias de aislamiento térmico de techos, envolventes, ventanas y pisos ventilados de acuerdo a diferentes zonas térmicas del país.

Sobre esta normativa, la ex Subsecretaria de Energías Renovables, Ahorro y Eficiencia Energética, perteneciente al Ministerio de Economía, transformada ahora en Dirección, bajo la órbita del Ministerio de Desarrollo Productivo, la cual impulsó el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía<sup>76</sup>. Entre sus objetivos se encuentran los siguientes programas:

- Diagnósticos energéticos en PyMEs industriales y comerciales (FMAM/BM).
- Implementación de un Sistema de Gestión Energético basado en la norma ISO 50001 en industrias y sector comercial (grandes instalaciones) (FMAM/BM).
- Programa de alumbrado público (PLAE)
- Programa de EE en edificios.
- Programa de etiquetado energético.

Un aprendizaje que surge claramente en la experiencia de la región es que la mera existencia de una Ley de Eficiencia Energética no garantiza de manera alguna que se logren resultados satisfactorios en mejorar el uso de la energía en la práctica. La Ley no asegura el logro de un impacto positivo, que se verifique por medio de la disminución racional en la demanda energética... (Carpio y Coviello, 2013).

En este sentido, si bien se han realizado en los últimos años logros en el etiquetado de electrodomésticos e impulsado programas piloto de etiquetado de viviendas, así como cambios en las luminarias públicas y residenciales hacia tecnologías más eficientes, poco se ha avanzado en la práctica de dicho marco normativo hacia una ley nacional para su aplicación en la construcción sustentable, basta observar cómo las edificaciones actuales distan mucho de ser eficientes energéticamente desde sus cimientos. La mayor parte de las mismas no cuentan con el diseño que las normas indican respecto de la aislación de los muros, pisos y techos para un óptimo acondicionamiento de las condiciones ambientales, tanto sea para dar la sensación de frescura en verano como de calor en invierno, de observar su orientación norte para el aprovechamiento de la luz natural, poseer ventilación cruzada y lumiductos (Pattini, Mitchell, Ferrón, 2003) para iluminación durante el día en aquellas habitaciones más oscuras por falta de una abertura cercana, y tantos otros puntos que ayudarían a evitar el consumo innecesario de energía.

De acuerdo a lo planteado es fácil comprender porque aparece la falta de confort en los diferentes ambientes, y en consecuencia es compensada con excesivos e innecesarios gastos en equipamientos eléctricos y de gas llámese luminarias y/o equipos de acondicionamientos de frío-calor.

Es importante mencionar que, en la búsqueda de normativas locales que promuevan políticas al respecto, se han encontrado otras referencias a saber:

---

<sup>76</sup> Decreto 140/2007. Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE). *Declarase de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía*. Argentina. 2007.



### Provincia de Buenos Aires

- ✓ Ley N° 13059-2003. *Establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de edificios para una mejor calidad de vida y disminución del impacto ambiental.* Decreto Reglamentario N° 1030-2010. En el cuerpo de la ley, se indica que "...todas las construcciones públicas o privadas destinadas al uso humano...deberán garantizar un correcto aislamiento...Serán de aplicación obligatoria las normas IRAM referidas a acondicionamiento térmico de edificios y ventanas..."

### Ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe

- ✓ Ordenanza N° 8757-2011. Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones. Decreto Reglamentario N° 985-2013 y N° 2131-2018. La normativa técnica exigible a cumplimentar, será la indicada en el Anexo I, y normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) correspondientes indicadas en el mismo Anexo, que forman parte de la presente normativa.
- ✓ Ordenanza N° 9929-2019. Modificación a la Ley N° 8757-2011. *Certificado de eficiencia energética de inmuebles.* Consejo municipal de Rosario. Publicada el 7 de noviembre de 2019.

### Ciudad Autónoma de Buenos Aires

- ✓ Ley N° 4458 / 2012. *Normas de acondicionamiento térmico en la construcción de edificios.* Esta ley incorpora al Código de Edificación la obligatoriedad del cumplimiento de las siguientes normas IRAM de acondicionamiento térmico para construcciones: 11601, 11603, 11604, 11605, 11605, 11630, 11507-1, 11507-4, 11549, 11659-1, 11659-2 y la 11900 correspondiente a etiquetado de eficiencia energética de calefacción para edificios. El ámbito de aplicación: Construcciones nuevas de más de 1.500 metros cuadrados, correspondientes a edificios públicos o privados.

Las normas IRAM (115xx y 116xx), competentes en el ámbito de aplicación de las mencionadas normativas, incumben en los aspectos del aislamiento térmico de edificios (Graziani, 2015), condiciones higrotérmicas, carpintería de obra y demás condiciones para una mejor habitabilidad y confort del ambiente.

Por ejemplo, la norma IRAM 11507-6<sup>77</sup> publicada en mayo de 2018, "*Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Parte 6 - Etiquetado de eficiencia energética*" es una guía de uso voluntaria que permite a los fabricantes etiquetar sus ventanas e informar así la calificación energética para cada período estacional (invierno/verano).

En este punto, cabe señalar que los lineamientos esgrimidos en la legislación expuesta, dan cuenta de la obligatoriedad en su aplicación, sin embargo, en la práctica puede observarse la falta en la implementación de los criterios impulsados en dicho marco

---

<sup>77</sup> El documento se desarrolló en conjunto con la Secretaría de Energía, INTI y otras instituciones. La norma aporta una metodología para que los fabricantes calculen la performance energética de las ventanas instaladas en viviendas climatizadas. Más información en <http://www.iram.org.ar>.

normativo. En este sentido, se desprende que, la falta de una planificación racional en el diseño de los edificios o la esquivada aplicación de criterios de reducción de los costos pensados a mediano y largo plazo, tanto sea en un proyecto dedicado al sector público, industrial, residencial o comercial, da como resultado ineludible un desaprovechamiento de los recursos con el consecuente incremento en los precios finales de la operación, el mantenimiento y los servicios. Asimismo, es importante reiterar, que el simple hecho de la existencia de una legislación no garantiza la solución del problema. Las políticas aplicadas son las que marcan la diferencia y promueven el avance de las mejoras propuestas.

La OLADE tiene una definición que resume la importancia y los beneficios que posee la aplicación de la eficiencia energética en el ámbito de una comunidad:

La eficiencia energética es la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos. Es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo, limitando la producción de gases de efecto invernadero. (<http://www.olade.org/eficiencia-energetica/>)

Como cierre de este planteo es oportuno mencionar que la mayor parte de las construcciones se diseñan “a costo actual”, sin tener en cuenta los ahorros futuros, a mediano y largo plazo, provistos por las edificaciones sustentables.

### **Ejemplo de un proyecto de viviendas bioclimáticas**

Es interesante, y a la vez esperanzador, saber que en nuestro país se trabaja desde entidades académicas y en conjunto con organismos nacionales en programas de viviendas cuyo diseño se alinea con las normativas en el uso racional de los recursos energéticos. Por ende, y para sobresaltar las bondades que una construcción sostenible aporta a la mejora en la reducción del consumo energético, se menciona el *Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social*. (G. San Juan, C. Díscoli, G. Viegas, C. Ferreyro, L. Rodríguez, L. Dicroce, J. Esparza y V. Barros, 2014).

El trabajo presenta el desarrollo organizativo, conceptual y técnico de un proyecto piloto que tiene como objetivo principal el diseño y construcción de cuatro viviendas bioclimáticas en el municipio de Tapalqué provincia de Buenos Aires (San Juan et al., 2014, p.1).

En dicho proyecto se han verificado las siguientes ventajas de la construcción bioclimática a saber:

- eliminación de puentes térmicos en la totalidad de la envolvente;
- control de la condensación superficial e intersticial;
- reducción de las infiltraciones de aire;
- control de la ventilación natural nocturna-diurna;
- la incorporación de muros MAC pesados; y
- la incorporación del invernadero secadero de ropa.

Entre todos los aspectos analizados se ha comprobado que “la estimación del ahorro de energía anual para calefacción fue del 56% con respecto a la vivienda base, con aprovechamiento de la radiación solar incidente y una mejora sustantiva en el nivel de confort interior.” (San Juan et al., 2014, p.11)

En la siguiente figura se muestra un esquema del diseño del proyecto:



**Figura 15.** Maqueta digital del proyecto. San Juan, G. (2014). Vista de conjunto. Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapalqué, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Este trabajo demuestra que la sola incorporación de un diseño bioclimático en la construcción de edificaciones consigue ahorros significativos en el consumo de energías convencionales provenientes de los servicios públicos tanto de electricidad como de gas.

Algo más para añadir, al respecto de los diseños presentados, es la combinación que la tecnología de sensores ambientales aporta. Ciertamente es que en muchas oportunidades el olvido de la iluminación encendida en espacios vacíos es más común de lo que parece por lo que la aplicación de sistemas de detección ayudaría a mejorar la eficiencia y en el mismo sentido, el control de la temperatura podría contribuir también en el equilibrio térmico de toda la vivienda, en una medida más acotada, si así lo requiriese el usuario.

Dentro de este marco ha de considerarse la interacción bidireccional que existe entre la demanda interna de una edificación<sup>78</sup> y lo que ocurre fuera de ella, en el espacio público, el cual también posee sus propios consumos entre los que se cuentan: luminarias de plazas y espacios de recreación, edificios administrativos e iluminación de la vía pública, entre otros. Todos estos consumos se nutren, al igual que el primero, de la red de distribución local y en estos dos espacios, es a donde se orientan muchas políticas y programas de gobiernos, de distintas partes del mundo.

Con el objetivo de generar ambientes más sanos, las políticas desarrolladas para el sector de la energía, han promovido normativas basadas en aspectos como la aplicación de

---

<sup>78</sup> En el presente trabajo el término edificación sugerirá vivienda residencial, comercios o edificios públicos.

adelantos tecnológicos, la transición hacia un modelo de distribución de la energía diferente al tradicional, y por otro la convocatoria a la ciudadana a participar, mediante la concientización y la educación de un cambio que no da lugar a más postergación si se quieren revertir los desalentadores pronósticos del deterioro del hábitat local y su extensión a todo el planeta.

Respecto a la toma de conciencia, el informe de CEPAL (1991) sostiene que "...las políticas de educación y de comunicación social deberían incorporar el tema ambiental como componente privilegiado de un desarrollo equitativo y sustentable" (p.29).

## **Pruebas piloto para el etiquetado de viviendas**

En la misma línea y como complemento del trabajo de vivienda bioclimática mencionado, cabe destacar un reciente avance en lo referente al etiquetado de viviendas que tuvo lugar en agosto de 2019 en la provincia de Salta, donde el Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo Sustentable lanzó una prueba piloto a desarrollar en doscientas viviendas de la ciudad de Salta.

La información del portal del gobierno de Salta, indica que "El etiquetado o certificación de eficiencia energética, tiene como fin brindar a los habitantes una herramienta adicional de decisión a la hora de alquilar o comprar un inmueble"<sup>79</sup>, ya que permite cuantificar el nivel de eficiencia energética del mismo. Dicha prueba comprendió un plazo de nueve semanas, desde el 15 de agosto hasta el 10 de octubre de 2019.

Se trata de un trabajo conjunto realizado entre la Secretaría de Energía de la provincia de Salta, la Secretaría de Gobierno de Energía de la Nación, el proyecto de Cooperación en Eficiencia Energética de la Unión Europea, Colegio de Arquitectos de Salta, Consejo Profesional de Agrimensura, Ingeniería y Profesiones Afines y Fundación del Colegio de Arquitectos de Salta.

En líneas similares de acción, una información del portal de noticias Telam menciona que, en la provincia de Jujuy, se comenzó a construir viviendas sociales energéticamente sustentables. Se trata de un plan piloto de viviendas construidas por cooperativas a desarrollar en las regiones de Puna, Yungas y Valles. El proyecto se da en el marco de la Ley provincial 5904, de Promoción y Desarrollo de la Energía Solar, sancionada en enero de 2016, que declara a Jujuy "Provincia Solar" y el decreto N°1169 "Jujuy Verde", entre cuyos objetivos está el de establecer políticas energéticas sostenibles aplicadas a viviendas sociales (TELAM, 2019).

En la siguiente ilustración puede apreciarse el formato de la vivienda propuesta en el marco del programa impulsado por el gobierno de Jujuy.

---

<sup>79</sup> Más información en <http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/lanzaron-la-prueba-piloto-de-etiquetado-de-viviendas/65575> [último acceso agosto de 2019].



**Figura 16.** Prototipo de vivienda. Contará con 38m<sup>2</sup>. El Diseño se realizó teniendo como base el proyecto Semilla del Plan Nacional de Vivienda Región Puna. Fuente: <http://prensa.jujuy.gob.ar/?s=viviendas+sustentables>

Estas construcciones incorporan medidas pasivas y activas de eficiencia energética y utilizan energías renovables como la solar térmica.

Es oportuno, en esta instancia, destacar otros antecedentes de políticas de certificación de eficiencia energética aplicadas a viviendas en la Argentina, como ser las pruebas piloto realizadas en:

- Rosario, Santa Fe
- San Carlos de Bariloche, Rio Negro
- Godoy Cruz, Mendoza
- Tafí del Valle, Tucumán
- San Miguel de Tucumán, Tucumán

Cabe mencionar que, las primeras pruebas piloto de certificación de viviendas tuvieron lugar, durante el año 2017, en la ciudad de Rosario, Santa Fe<sup>80</sup>. La misma consistió en la evaluación de viviendas ya construidas por parte de profesionales<sup>81</sup> que se formaron en el proceso de certificación. En este sentido, el trabajo y la constancia hacia objetivos mayores hicieron que a partir de noviembre de 2019, Santa Fe fuera la primera provincia de

---

<sup>80</sup> La provincia de Santa Fé fue pionera en impulsar la aplicación de eficiencia energética y dio consenso a las primeras pruebas piloto de certificación de viviendas. Según reza en documento *Sistema de Certificación de Eficiencia energética de Inmuebles destinados a Vivienda* ([www.santafe.gov.ar › file › Sistema de Certificación EE](http://www.santafe.gov.ar/file/Sistema%20de%20Certificaci%C3%B3n%20de%20Eficiencia%20energ%C3%A9tica%20de%20Inmuebles%20destinados%20a%20Vivienda)), la certificación de inmuebles tiene como objetivo, la estimación del consumo de energía primaria para satisfacer las demandas generadas por requerimientos de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, durante un año típico. Más información en <https://www.santafe.gov.ar/ms/eficienciaenergetica/etiquetado-de-viviendas/pruebas-piloto/>

<sup>81</sup> Desde el año 2017, se han dictado más de 14 cursos, y se han formado más de 650 profesionales que actualmente forman parte de la comunidad de certificadores en diferentes regiones del país. Para mayor información: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas#1>

Argentina en contar con una “Ley de Etiquetado de Eficiencia Energética de Inmuebles destinados a Vivienda” registrada bajo el nro. 13.903<sup>82</sup>.

Desde el año 2017, se han realizado seis pruebas piloto en las ciudades mencionadas en las que se han etiquetado más de 1400 viviendas. Actualmente, se encuentra en etapa de proyecto la Prueba Piloto en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, que tendrá un alcance de 200 viviendas.<sup>83</sup>

El método de cálculo utilizado en la certificación se basa en la Norma IRAM 11900 v. 2017, siendo la unidad de medida el kW/h m<sup>2</sup> al año.

Aquí vale la pena señalar que, si bien en nuestro país las políticas de eficiencia energética están en una etapa muy precoz de su evolución, diferentes programas e iniciativas puntuales se hacen eco cada día de las voces que a nivel mundial convocan a un compromiso más serio y activo con el medio-ambiente. Así también, la situación en Argentina sobre las fuentes de energías, su escasez y costo, sin dejar de comentar las nuevas legislaciones sobre energías renovables han creado motivaciones en las distintas instancias de gobierno, las empresas y en el ciudadano por la conciencia en el cuidado de los recursos energéticos.

## **6 El avance de la tecnología en el tiempo: La era de la energía eléctrica**

Desde que el hombre comenzó a hacer historia en nuestro planeta, la energía ha acompañado cada paso que éste ha dado, desde el descubrimiento del fuego usado en un principio para calefacción y cocción de los alimentos, hasta el aprovechamiento de la energía potencial de pequeñas represas ideadas en el antiguo Egipto, para llegar a la era moderna con eventos que marcarían el comienzo de un proceso continuo como fue la revolución industrial iniciada en el siglo XVIII. Este hito, muy estudiado por sus implicancias socio-económicas, marcaría un antes y después, en la vida de las naciones.

Berg y Hudson (1990) mencionan que: “En 1968, Hobsbawm fue inequívoco al afirmar que la revolución industrial británica fue la transformación más fundamental en la historia del mundo registrada en documentos escritos” (p.1).

Fueron estos hitos los que marcaron el inicio de la industrialización y los procesos secuenciales que darían impulso a las mejoras en la fabricación de productos, así como la especialización en las tareas. En este sentido Berg y Hudson (1990) manifiestan que: “El

---

<sup>82</sup> Establece un procedimiento de etiquetado de eficiencia energética de inmuebles existentes o en proyecto de construcción destinados a vivienda. Promulgada el 08-11-2019, Dto. 3524; Publicada en el B.O. el 21-11-2019. Origen: P.L.

<sup>83</sup> Estas pruebas piloto ayudan a comprender el funcionamiento de la aplicación de conceptos que permitirán sentar las bases para una mejor forma de uso de los recursos energéticos de un país al profundizar un aspecto fundamental para el crecimiento de las personas que es el acceso a una vivienda digna. Hoy, los avances en la legislación, la ciencia y la educación permiten redefinir el concepto de vivienda digna al llevar a este a un nivel de mayor equilibrio económico-social y en sintonía con un uso racional y responsable de la energía. Más información en <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas>

período fue testigo de la especialización sectorial de las regiones y el crecimiento de las economías integradas regionalmente, algunas de las cuales estaban experimentando claramente una revolución industrial y social” (p.38).

Cabe señalar que desde la revolución industrial hasta nuestros días un sinnúmero de avances científicos y tecnológicos se aceleraron, ayudados por las nuevas maquinarias y el aporte de nuevas especializaciones del personal con que empezó a contar la industria, además de maneras más óptimas de organización de las tareas laborales. Sin duda, este fue un punto de inflexión en la historia que cambió la manera de vida del mundo. Pero no faltaría mucho para que la humanidad comenzara a experimentar la llegada de un nuevo invento que dividiría la historia industrial y cotidiana en un antes y un después, la electricidad<sup>84</sup>. A partir de este momento, la industria, los servicios, el transporte y la vida de las personas comenzó a modificarse, un nuevo recurso reemplazaría en la iluminación al tradicional alumbrado de gas y los residentes comenzarían de a poco de desprenderse de las lámparas a querosene y las velas para pasar a tener lámparas eléctricas.

Tal como hoy se la conoce existen dos tipos de electricidad, la corriente continua<sup>85</sup> y la corriente alterna<sup>86</sup>, ambas utilizadas hasta nuestros días en un sinfín de aplicaciones, desde pequeños electrodomésticos hasta el movimiento de barcos, trenes, el transporte de energía a través de grandes distancias y las comunicaciones, entre muchas otras aplicaciones.

Gracias al aporte generado por los avances en la rama eléctrica, se llevaron adelante investigaciones en diferentes campos de la ciencia, cuyos descubrimientos marcaron etapas muy importantes en el desarrollo tecnológico y social de las décadas futuras. Es así como a mediados del siglo XX y con el descubrimiento de los materiales semiconductores, aparece el transistor<sup>87</sup> a partir del cual la curva evolutiva de la tecnología dio un salto sorprendente. Esto permitió, el desarrollo de las primeras computadoras electrónicas, entre otras cosas.

El desarrollo de equipos para la supervisión y el control autónomos actuales, deben su evolución a estos avances, los cuales forman parte de los sistemas de gestión de la energía cuyos detalles serán ampliados en el presente documento.

---

<sup>84</sup> Es el efecto que se produce cuando existe una diferencia de potencial en un medio conductor, semi-conductor o la atmósfera por medio del efecto de ionización del aire. Como consecuencia de las condiciones mencionadas se genera un flujo de electrones llamado corriente eléctrica.

<sup>85</sup> Thomas A. Edison (1847-1931), de origen estadounidense, inventor de profesión, descubrió los efectos de la corriente continua e inventó la primera bombilla eléctrica. Se cuenta en su vida más de un millar de patentes.

<sup>86</sup> Nikola Testa (1856-1943), físico estadounidense, de origen serbio, utilizó los avances realizados por John Hopkinson (1849-1898) sobre el sistema trifásico para la generación y distribución de la corriente eléctrica y lo aplicó en uno de sus más preciados inventos, el primer motor de inducción trifásico.

<sup>87</sup> En 1947, John Bardeen J. y Walter Brattain W. descubrieron el transistor mientras trabajaban en el edificio de laboratorio de la Bell Labs in Murray Hill, NJ, EEUU. A partir de ese momento la electrónica evolucionó casi exponencialmente lo que generó oportunidades de mejora en los diferentes sectores productivos de la sociedad. Esto dió origen a la era digital y con ella el nacimiento de computadoras y software cada vez más sofisticados basados todos en el lenguaje binario de ceros y unos.

## **Sistemas de gestión de la energía**

### Descripción de los potenciales sistemas utilizados

El sistema de energía avanza hacia el objetivo de suministrar electricidad confiable a partir de recursos cada vez más limpios y económicos (IEEE, 2017).

En diferentes partes del mundo, el consumo energético y su administración han sido durante las últimas décadas, tema de trabajo de diferentes administraciones de gobierno comprometidas en la búsqueda de soluciones de cara al aumento demográfico que demanda más bienes y servicios. A la par de este incremento poblacional se encuentra la situación de compromiso, que muchas naciones han acordado para disminuir sus emisiones de GEI.

A continuación, se enumeran algunos de los beneficios que aportan los nuevos sistemas para la administración de la energía. Dichos aportes son el resultado de muchos años de investigación, pruebas y desarrollos que, en sintonía con un cambio de paradigma en la manera de ver las necesidades energéticas de las ciudades, han gestado un nuevo camino para un mejor aprovechamiento de los recursos de las comunidades.

- Aportan energía limpia a la red.
- Generan energía local a fin de evacuar la demanda pico.
- Generan ahorros significativos en nuevas instalaciones de distribución y transporte.
- Mejoran la confiabilidad del sistema.
- Reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Reducen los costos de la energía.
- Permiten al usuario final elegir el plan de energía más conveniente a sus consumos.
- Permiten la identificación de fallas y reducen los costos de mantenimiento.

## **7 Generación distribuida**

Desde el desarrollo de la electricidad grandes centrales generadoras se han construido, siendo las más antiguas las hidroeléctricas y las abastecidas con carbón. A medida que fue evolucionando la tecnología aparecieron centrales abastecidas con derivados de los hidrocarburos como fueloil, gasoil, y gas natural. También hicieron su aparición las centrales nucleares cuyo combustible fue y continúa siendo el uranio con diferentes grados de enriquecimiento según la tecnología utilizada por cada país.

La mayoría de dichas centrales no siempre se encontraban cerca de la demanda, y en particular las hidroeléctricas poseen la característica de ser las más alejadas de los polos de consumo. Esta condición, implicó la construcción de líneas transportadoras de energía desde el lugar de producción, mayormente la región de Cuyo en lo referente al ámbito argentino, hasta los centros de consumo, muchos de los cuales, se encontraban a cientos de kilómetros. Cabe aclarar que esta condición de lejanía es muy usual en diferentes partes del mundo respecto de aprovechamientos que utilizan recursos provenientes de la



naturaleza<sup>88</sup>. Estas líneas poseen un alto costo<sup>89</sup> y tiempo de montaje lo que genera la necesidad de una planificación energética por parte de los organismos competentes, para abastecer la demanda tanto presente como futura en base a los datos de crecimiento demográfico y consumos. Dicha planificación es esencial a fin de evitar colapsos en las redes por falta de capacidad.

A partir del análisis del escenario mencionado y la evolución de la tecnología surge una nueva concepción acerca del abastecimiento energético de la demanda, no como reemplazo de los grandes sistemas de generación, transporte y distribución, sino como complemento de los mismos a fin de aliviar las costosas inversiones que implican los primeros.

El concepto tiene varias acepciones a saber: generación distribuida, generación in-situ, generación embebida, generación descentralizada, generación dispersa o energía distribuida.

### **El concepto de la generación distribuida**

En una publicación técnica Gonzalez-Longatt, (2005, p.283) sostuvo que:

Pasaje original en inglés:

“A large number of definitions to dispersed, distributed or embedded generation already exist.... But in spite of the great quantity of definitions, no clear consensus exists at present. Only few characteristics are common to a particular group of concepts.

Some countries used a definition based on voltage level while others consider the location and connectivity... Certain definitions relied on the type of prime mover, eg. Renewable or cogeneration...

... a large number of definitions already exist and there is no clear consistency between them.”

Cita traducida en español:

Existe una gran cantidad de definiciones para generación dispersa, distribuida o integrada...Pero a pesar de la gran cantidad de definiciones, en la actualidad no existe un consenso claro. Sólo unas pocas características son comunes a un grupo particular de conceptos...Algunos países utilizaron una definición basada en el nivel de tensión... otros en la conectividad... Ciertas definiciones se basan en el tipo de fuerza motriz, por ejemplo: renovable o cogeneración.

---

<sup>88</sup> Las grandes represas construidas tanto en Argentina como en el mundo, se encuentran en lugares particulares donde la geografía del sitio ha generado cursos importantes de agua y potenciales saltos para el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica. En el caso argentino, el Chocón y demás centrales de generación de este estilo se encuentran en la región del Comahue como así otras en la región de Cuyo, con lo cual fueron necesarias importantes líneas de transporte hacia las zonas de mayor concentración de la demanda como lo es el área de AMBA.

<sup>89</sup> Las líneas provenientes del Comahue y Cuyo se caracterizan por su extensión lo que las hace muy costosas, incluso para su mantenimiento.

...existe una gran cantidad de definiciones y no hay una consistencia clara entre ellas.

La Agencia Internacional de Energía (2016, p.399) encuentra una definición en estas palabras:

Pasaje original en inglés:

“Centralized or distributed generation – Electricity may be supplied on a large scale by utilities through the grid or from smaller scale, distributed assets, such as rooftop solar on homes or businesses, which may or may not be connected to the main grid.”

Cita traducida en español:

Generación centralizada o distribuida: la electricidad puede ser suministrada a gran escala por los servicios públicos a través de la red o desde activos a pequeña escala, distribuidos, como energía solar en techos en hogares o empresas, que pueden o no estar conectados a la red principal (p.399).

En resumen, puede describirse a la generación distribuida como aquella que, valiéndose de tecnologías de generación en pequeña escala, instaladas cerca de los centros de carga, suministran para consumo propio y/o para el abastecimiento de la red local, energía. Cuando se conectan a la red de distribución local, éstos generadores, pueden ser monitoreados, y en una siguiente etapa, controlados por la empresa distribuidora local. La implementación de estos sistemas mejora la oferta y demanda energética y alivia la solicitud de mayor capacidad en la matriz de distribución, especialmente en tramos de importante longitud. Es así que, la penetración de la generación distribuida en la red local, reduce la sobrecarga del sistema, mejora la regulación de tensión, a la vez que disminuye las pérdidas eléctricas (Adefarati y Bansal, 2016). El beneficio a corto, mediano y largo plazo redundará en una red con suministro eléctrico confiable y seguro.

Según Maani, Ranjbar y Sheikhi (2013, p.733) depende de las características técnicas del sistema, como la tecnología de las estaciones generadoras y los costos operativos, la red de transmisión y otros factores, el costo total de pérdida del sistema varía con el cambio en el nivel de penetración de la generación distribuida.

En este sentido surge un índice que permite medir el nivel de penetración de la GD:

$$\text{Nivel de penetración de GD} = \frac{\text{Factor de capacidad} * \text{Capacidad instalada}}{\text{Capacidad del alimentador}}$$

Dónde:

*Capacidad instalada:* Es la potencia máxima de salida de la suma de los equipos de generación distribuida instalados.

*Factor de capacidad:* Es la razón de la energía producida, durante un período de tiempo a la energía que podría haber producido si la GD hubiera operado al 100% de su potencia durante ese período.

*Nivel de penetración de GD:* Es la razón entre la cantidad de energía inyectada de GD dentro de la red y la capacidad del alimentador.

Cabe mencionar que existen muchos tipos de tecnologías de generación posibles de ser usados en la generación distribuida a saber:

- las que utilizan para su funcionamiento hidrocarburos<sup>90</sup>:
  - motor alternativo
  - turbina de gas
  
- las que se nutren de los recursos renovables como:
  - mini-hidráulica
  - eólica
  - solar térmica
  - fotovoltaica
  - biomasa
  - micro-turbina<sup>91</sup>
  - biogás (RSU<sup>92</sup>) y de origen agrícola-ganadero
  - pila o celda de combustible
  - marina
  - geotérmica
  - cogeneración<sup>93</sup>

Las tecnologías enumeradas, de acuerdo a las posibilidades de implementación pueden instalarse cercanas a los centros de consumo o bien integradas en la red local. Por ejemplo, los equipos fotovoltaicos<sup>94</sup>, por sus características modulares y escalables, pueden montarse en techos residenciales con gran facilidad y cumplir con la función de GD.

En sintonía con esta idea, y con el advenimiento de nuevas tecnologías, un ejemplo actual que más ha proliferado en el sector residencial, es la generación fotovoltaica. Los equipos

---

<sup>90</sup> Cada tecnología posee, según la legislación de cada país, límites de potencia mínima y máxima que pueden ser usados para considerarse como elementos de generación distribuida.

<sup>91</sup> Puede funcionar con energías no renovables como gas natural, propano, diésel, como así también con combustibles renovables a saber hidrógeno y biogás. Guía básica de la Generación Distribuida. Comunidad de Madrid. 2007. España

<sup>92</sup> Siglas de Residuos Sólidos Urbanos. Utilizados en el proceso de descomposición anaeróbica a fin de generar metano.

<sup>93</sup> Empleada especialmente en las industrias, una de sus formas de aprovechamiento utiliza los vapores residuales de los procesos y lo aplica a una turbina de vapor para generar energía y abastecer algunos consumos internos. Cuando existen contratos de abastecimiento por la existencia de excedentes, ésta energía puede ser vendida al mercado o en contratos entre privados.

<sup>94</sup> Cuando se indica la posibilidad de ser montados, queda implícito que están dadas las condiciones geográficas y de entorno de la edificación a fin de aprovechar el recurso solar. Se entiende que en zonas urbanas pueden existir interferencias (en general sombras y/o espacios mínimos) que dificulten incluso hagan no rentable la instalación de los sistemas.

involucrados, como se mencionó, pueden ser, montados y conectados en azoteas o techos, tanto de edificios como de casas y también en espacios libres sobre estructuras en el suelo, a fin de convertir dicho punto en un generador para sí y para el resto de la demanda en caso de estar conectado a la red local.

Según afirma un autor (Adefarati et al., 2016) los beneficios de la incorporación de sistemas fotovoltaicos (FV) a un sistema de energía se detallan a continuación: “Los sistemas FV son modulares, fáciles de instalar, independientes energéticamente y compatibles con el medio ambiente, sin costo de combustible, sin contaminación, vida útil prolongada y costos mínimos de operación y mantenimiento (O&M)” (p.876).

De esta manera se logran ventajas en todos los aspectos ya que, por un lado, se garantiza la estabilidad de la red y la confiabilidad del suministro (Bayod, 2005), y por otro el usuario-generador obtiene beneficios al abastecerse y en caso de existir excedentes, venderlos al mercado a través del uso de fuentes renovables de energía amigables al medioambiente.

En el ámbito de las grandes ciudades, como puede ser el caso de Buenos Aires, la variedad de tecnologías para insertarse en la matriz local es muy acotada, por razones evidentes de espacios. En el caso de ciudades más pequeñas, como la elegida para el análisis, las posibilidades de variar la oferta de tecnologías aumentan, si bien esto es una apreciación teórica, ya que en la práctica dependerá fuertemente de los recursos económicos del interesado, los potenciales recursos existentes en la zona y los incentivos financieros y tributarios que el gobierno establezca para el fomento de tal empresa.

En consecuencia y teniendo como antecedentes que en la actualidad la tecnología fotovoltaica es la más utilizada a nivel mundial en el sector residencial se describen a continuación sus características.

## **Tipologías de implementación**

### **Generación distribuida mediante tecnología solar fotovoltaica**

El diseño de esta red puede ser planteado con o sin la característica de almacenamiento de energía lo cual presenta ventajas y desventajas.

#### Esquema 1 – Diseño sin almacenamiento

Una instalación sin almacenamiento de energía consta de los siguientes equipos básicos a saber:

- módulos fotovoltaicos
- conmutador
- unidad inversora de potencia
- medidor bidireccional

Este esquema es el más frecuente en la instalación de generación distribuida con tecnología fotovoltaica. La configuración presentada responde a la disponibilidad plena del recurso, en este caso el sol, ya que solo en las horas donde éste se encuentre disponible

el sistema proporcionará potencia y energía, tanto para consumos internos como para externos cuando exista excedente.

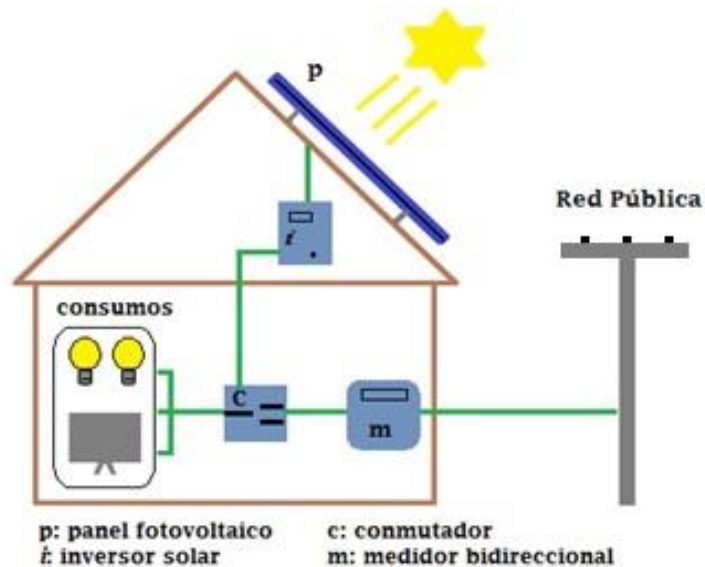


Figura 17. Esquema simbólico de conexión de un equipo de generación distribuida

La figura 16 muestra el esquema de conexión típico de generación distribuida mediante paneles solares fotovoltaicos. Esta configuración es muy empleada actualmente a nivel mundial. A continuación, se detallan los elementos que lo conforman tal diseño y sus respectivas funciones:

**Paneles fotovoltaicos:** Son los encargados de convertir la energía proveniente del sol en energía eléctrica mediante el choque de fotones contra el material semiconductor, lo que hace que se produzca una alteración a nivel atómico lo cual genera la liberación de electrones que conforman la corriente eléctrica. Los paneles se fabrican de tres tipos según su eficiencia: policristalinos, monocristalinos y amorfos.

**Inversor:** Este equipo toma la corriente continua proveniente del arreglo de paneles fotovoltaicos y mediante un procesamiento de la señal, la convierten en corriente alterna, que en nuestro país posee una frecuencia nominal de 50Hz. Esto permite su eventual uso en los electrodomésticos de una vivienda residencial o edificio y su inyección a la red local cuando existe excedente.

**Conmutador:** Tiene como función circular la corriente convertida por el inversor hacia los consumos tanto internos como de la red pública cuando el excedente lo permite. Además, posee la función de tomar energía de la red pública cuando la generación en días nublados es insuficiente para abastecer las cargas. Estos conmutadores son bidireccionales a fin de lograr la flexibilidad necesaria.

**Medidor bi-direccional:** Es un componente relevante en el esquema eléctrico mediante el cual se pueden conocer los ingresos y egresos de energía a fin de ponderarlos al momento

de tarifar el flujo de energía de acuerdo al contrato realizado entre el usuario-generador y la distribuidora local.

**Nota:** Una manera práctica de visualización, muy conveniente para el usuario-generador, sería el de contar con una pantalla, conectada como interface del medidor en el interior de la vivienda, que le permita observar en el momento que desee los flujos de cargas y la tarifa resultante cada día. En consecuencia, esto permitiría saber en cada instante como se está consumiendo la energía en el interior de su vivienda y poder realizar ajustes que le permitan optimizar el uso de la misma.

### Características del esquema 1

#### Ventajas

- ✓ usa pocos elementos para el diseño final y puesta en marcha
- ✓ al poseer menos componentes el costo disminuye
- ✓ la instalación se realiza en menor tiempo
- ✓ requiere menos mantenimiento

#### Desventajas

- ✗ el sistema solo suministra energía en las horas diurnas.
- ✗ al estar acotada su generación durante las horas de sol los beneficios tarifarios se reducen.
- ✗ en caso de corte eléctrico imprevisto por la distribuidora en horas nocturnas, el usuario no tiene respaldo mediante este esquema, para mantener el suministro de energía.

Esquema 2 – Diseño con almacenamiento. El siguiente esquema añade una batería para almacenamiento

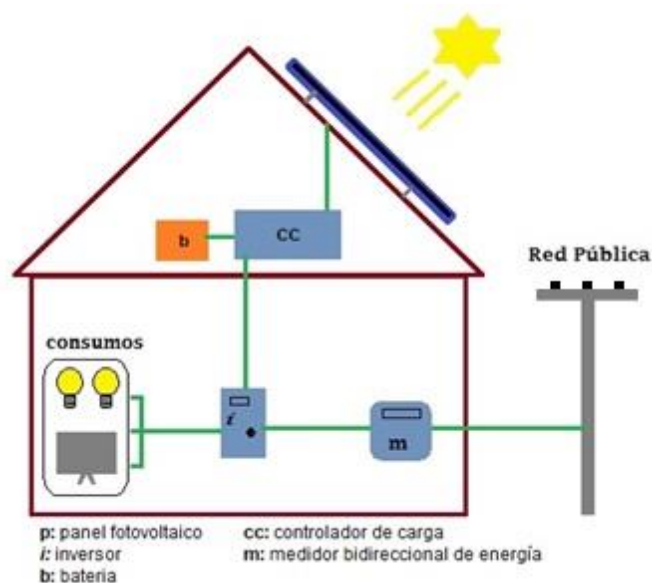


Figura 18. Esquema simbólico de conexión de equipo con batería de almacenamiento.

## Características del esquema 2

### Ventajas

- ✓ utiliza un arreglo de baterías que permite almacenar la energía no suministrada a la red o al usuario-generador a fin de ser aprovechada en horas nocturnas.
- ✓ posee la posibilidad de tener una tarifa diferencial ya que cuenta con la posibilidad de suministrar energía hasta 24hs, de acuerdo al diseño elegido.
- ✓ en caso de un corte de suministro eléctrico correspondiente a la red pública, este esquema permite abastecer la demanda tanto interior como de la red pública de acuerdo al alcance y diseño propuesto.

### Desventajas

- ✗ el sistema posee dos componentes adicionales respecto al diseño básico del esquema 1 a saber: un controlador de carga y baterías.
- ✗ mayor conexionado al poseer más equipos que el esquema 1.
- ✗ mayor costo de la instalación.
- ✗ mayor frecuencia de mantenimiento.

En una nota de ADEERA realizada a la empresa Alter Energy, radicada en la provincia de Neuquén, el socio gerente Matias Cicchitti, comenta sobre la importancia de conocer las costumbres del uso energético a fin de evaluar la mejor opción para la instalación de sistemas de generación con almacenamiento. Cabe aclarar que las ventajas del almacenamiento vienen unidas a la necesidad de dar respuesta a la demanda en horas pico, generalmente en la franja de pico del día que coincide con la reducción de la luz solar. Es en este momento donde comienza a tener sentido el almacenamiento, es decir acumular energía que no se consume en tiempo real. El ing. Cicchitti precisó que: "...el ahorro mensual de energía ronda entre un 20 y un 40%...lo que depende de la potencia del sistema."

## **Perturbaciones de los equipos fotovoltaicos en la red**

Si bien hasta aquí mucho se ha comentado de los beneficios que posee la generación por medios de energías renovables, como en el caso descrito la fotovoltaica, también debe realizarse una breve mención a las perturbaciones que los equipos inversores pueden causar en la red que alimentan.

En este sentido, las distribuidoras, de acuerdo a la ley de generación distribuida 27242/17 tiene la potestad de evaluar el equipamiento que el usuario solicita conectar a la red con el objeto de asegurar la calidad del servicio.

Si bien los equipos, en el ámbito de la ciudad y de manera individual pueden tener una afectación mínima en cuanto al ruido emitido, por las armónicas<sup>95</sup> generadas, a medida que la incorporación de dicha tecnología comienza a escalar, las perturbaciones también

---

<sup>95</sup> Llámese a las frecuencias generadas por un dispositivo (fuente o carga), múltiplos de la frecuencia fundamental, que distorsionan la onda de tensión y corriente lo cual provoca pérdidas eléctricas en la red además de comportamientos no deseados en los elementos conectados.

comienzan a ser importantes. Es por eso que se debe recurrir al uso de simulaciones y mediciones (Barbera, 2019) para evaluar su impacto en la red y proponer equipamientos que cumplan con los estándares recomendados para una buena calidad de servicio.

Es oportuno destacar un estudio acerca de los efectos de las perturbaciones en sistemas fotovoltaicos el cual fue realizado en el ámbito académico. Se trata de la instalación de un sistema solar-fotovoltaico para suministrar parte de la energía que se consume en el edificio de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Dicha instalación permitió la realización de un estudio que incluyó diferentes mediciones con el objetivo de evaluar el comportamiento de los equipos con la interacción con la red, así como analizar los niveles de ruido del sistema.

Dicha investigación está dentro del marco del proyecto “Interconexión de sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos” (IRESUD). El objeto del mismo es introducir en el país tecnologías asociadas con la interconexión a la red eléctrica, en áreas urbanas y periurbanas, de sistemas solares fotovoltaicos distribuidos, contemplando para ello cuestiones técnicas, económicas, legales y regulatorias (Agüero, Barbera, Issouribehere, Mayer, Díaz, Castro, 2016).

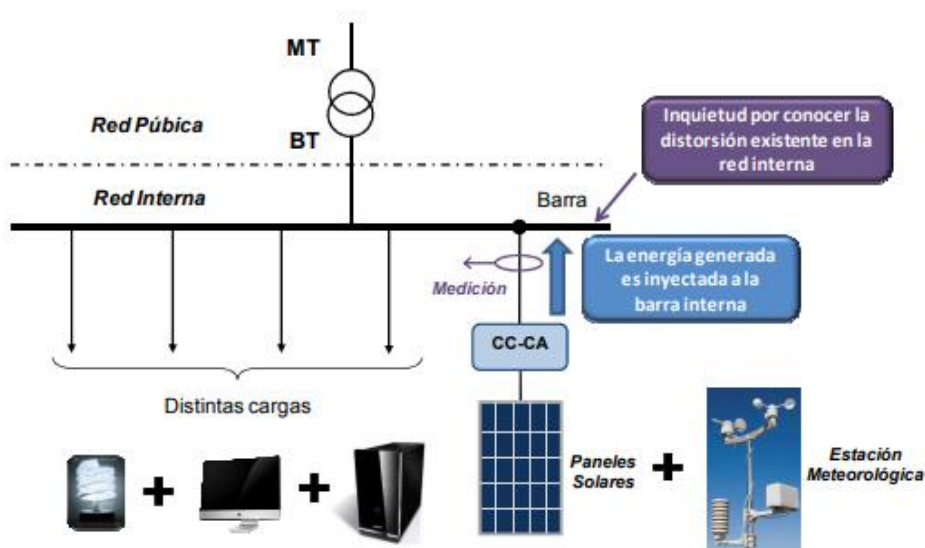


Figura 19. Esquema de la red utilizada y el punto de medición. Fuente Informe UNLP-IITREE

Cabe destacar que en este caso el sistema fue utilizado para evaluar la calidad de servicio del establecimiento. Este sistema se encuentra en operación desde el 2013 (Agüero, et al., 2016).

Las conclusiones obtenidas luego de las mediciones realizadas, indicaron que los niveles de distorsión provocados por los paneles, se encontraron por debajo de los establecidos para redes de baja tensión.

En palabras del informe cabe señalar y compartir las primeras conclusiones:



“... en líneas generales, se concluye que la calidad del servicio eléctrico de la instalación no es degradada por la presencia de los paneles fotovoltaicos. De cualquier modo, se recuerda que el porte del generador es tal que la energía generada representa sólo un 10% del total consumido”.

“A través de las mediciones realizadas fue posible determinar que actualmente resultaría factible la interconexión de las redes públicas de baja tensión con los sistemas distribuidos de generación”.

## **Inversiones para la instalación de equipos para autoconsumo y despacho a red**

Para dar una idea aproximada del costo de las configuraciones antes mencionadas se presentan a continuación (valores de equipos y costos de instalación)<sup>96</sup>. Los valores están en función de sistemas con un consumo promedio mensual de 300kWh y corresponden al mes de diciembre de 2019.

### Sistema conectado a red sin almacenamiento

El precio llave en mano es del orden de los (dólares) U\$S 5.500 + IVA, donde el 75% es equipamiento y 25% es instalación.

### Sistema conectado a red con almacenamiento

El precio llave en mano es del orden de los (dólares) U\$S 14.500 + IVA, donde el 85% es equipamiento y 15% es instalación.

### Sistema autónomo sin almacenamiento

Este sistema no se puede conformar ya que el mismo necesita como referencia la tensión del banco de baterías.

### Sistema autónomo con almacenamiento

El precio llave en mano es del orden de los (dólares) U\$S 24.000 + IVA, donde el 75% es equipamiento y 25% es instalación.

Puede observarse que al tipo de cambio histórico del Banco Nación (\$63/USD – dic.19) el sistema más económico (*sistema conectado a red sin almacenamiento*) oscilaba los \$346.500 + IVA, mientras que en el extremo superior se encuentra el equipamiento (*sistema autónomo con almacenamiento*) con un valor de \$1.512.000 + IVA. En este punto es oportuno aclarar que, los costos de estas tecnologías se han reducido con el transcurso de los años, en sintonía con una mayor producción en el mundo, y la continua investigación y desarrollo de mejores materiales, más eficientes y económicos. Para complementar estas ideas, puede afirmarse que al tratarse de sistemas modulares existen ciertas libertades para el diseño y adquisición de sus componentes a fin de disminuir los costos de acuerdo a los requerimientos particulares de cada caso.

---

<sup>96</sup> Cortesía del Ing. Alejandro Zitzer, gerente comercial de Aldar SA. Se trata de una empresa dedicada a brindar soluciones energéticas sustentables. Su actividad comienza en el año 1992, concentrando su actividad en la comercialización, diseño e instalación de sistemas solares fotovoltaicos. Para mayor información de productos y servicios: [www.aldar.com.ar](http://www.aldar.com.ar)

Cabe señalar que, estas tecnologías son mayormente importadas y en relación a este aspecto, el Ing. Alejandro Zitzer (2020), en una entrevista con el portal Energía Estratégica, considera que:

... el impacto de la baja de los aranceles<sup>97</sup> aduaneros es positivo y sería importante para que los costos del equipamiento y, por lo tanto, de los sistemas de generación solar fotovoltaica de conexión a red sigan disminuyendo, ampliar esta reducción al resto de los componentes, fundamentalmente a los que aún no se fabrican en el país.

Sin embargo, en el último tiempo, empresas argentinas ya existentes o creadas a tal fin han comenzado a desarrollar muchos de los componentes que conforman los sistemas en cuestión, ya sea al importar las obleas fotovoltaicas y armar los paneles en el país como también desarrollar las estructuras metálicas que conforman el sostén de dicho equipamiento.

Aquí es oportuno mencionar la participación del Estado Argentino a fin de que establezca los mecanismos<sup>98</sup> adecuados para acompañar las inversiones de los consumidores-generadores interesados a fin de generar las condiciones propicias para aliviar los costos que insumen dichos sistemas para la generación distribuida y así proveer a la nación de una matriz eléctrica diversificada, confiable y segura. En este sentido, el camino hacia una etapa superior en la cual se conjugan conceptos que involucran medición y comunicación bidireccional, control y un nivel de eficiencia energética superior, será construido en base a la evolución de las normativas vigentes, en función de un mayor bienestar a la población, la reducción de los costos de generación, transporte y distribución de energía, así como de los compromisos internacionales derivados de los acuerdos en las convenciones de cambio climático.

---

<sup>97</sup> El estado argentino, mediante el decreto 684/18 y la resolución general 4350/18 de AFIP, determinó el arancel cero para los derechos de importación, tanto de células solares como de generadores fotovoltaicos. En este sentido, el Ing. Zitzer (2020) opinó que "...es positivo que no se cobren los aranceles de importación, pero sigue habiendo un costo impositivo muy alto que, si bien entiendo que se cobran en la mayoría de las importaciones, poseen una incidencia muy importante en este caso". También agregó que: "sería importante para que los costos del equipamiento y, por lo tanto, de los sistemas de generación solar fotovoltaica de conexión a red sigan disminuyendo, ampliar esta reducción al resto de los componentes, fundamentalmente a los que aún no se fabrican en el país".

<sup>98</sup> La ley nacional 27424/17 sobre generación distribuida contempla la creación de un Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS), que tendrá como fin proveer de recursos y financiamiento para fomentar la GD a través de un programa de préstamos, subsidios y bonificaciones; como así también del Régimen de Fomento para la Fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e Insumos para Generación Distribuida a partir de fuentes renovables (FANSIGED). Si bien estos incentivos fueron promovidos por la mencionada Ley Nacional, diversas provincias poseen sus propias iniciativas en el tema y por ende incentivos y ayudas particulares para los interesados de su región.

## Ejemplo de pruebas piloto en San Juan

Se encuentra en desarrollo un proyecto<sup>99</sup> de prueba piloto en la localidad de Caucete, provincia de San Juan, llevado adelante por el Instituto de Energía Eléctrica (IEE) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) en cooperación con la empresa Distribuidora Eléctrica de Caucete S.A. (DECSA) y Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE).

Según se menciona en el sitio de internet de la empresa EPSE (2019) el proyecto “tiene como objetivo la evaluación del desempeño del sistema Fotovoltaico ante distintos escenarios de consumo, generación y modalidades de inyección a la red, en conjunto con condiciones meteorológicas ambientales”.

El alcance de las instalaciones cuenta con cinco sistemas de generación fotovoltaico con una potencia comprendida en el rango de 1.6kWp – 4kWp para los sectores residencial, comercial y gubernamental.

## Relación entre generación distribuida y red pública

En el análisis de los aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos surge un interrogante acerca de este nuevo paradigma en la distribución de la energía: *¿Existe relación entre la generación distribuida y la red pública correspondiente al ámbito de la distribuidora local?* La respuesta es sí. Consecuentemente a dicha respuesta se puede alegar que la generación distribuida por sí sola no garantiza el cumplimiento de la idea del *uso racional y eficiente de la energía* que está implícita en el desarrollo de este nuevo paradigma tecnológico del siglo XXI, y que sobre éste recaen las promesas de contribuir a mejorar la calidad de nuestro ambiente, ahorrar costos en grandes inversiones de redes de distribución y transporte, dar respuesta a cortes imprevistos del servicio público y en consecuencia generar el bienestar que toda ciudad obtiene al mejorar sus redes de energía con el fortalecimiento de la calidad del servicio.

En una entrevista para el portal de internet Energía Estratégica, el gerente de ADEERA, el señor Claudio Bulacio (2018) se manifestó respecto al tema en los siguientes términos:

Nosotros, como distribuidores, estamos absolutamente de acuerdo en todo lo que sea la incorporación de tecnología, ya sea de redes inteligentes, ya sea en la operación y mantenimiento. Y el hecho de que el usuario puede entregar<sup>100</sup> energía a la red nos parece relevante.

En otro orden, Bulacio opinó que, será fundamental que se tengan en cuenta dos cuestiones en la reglamentación. Por un lado, que el Gobierno vele por la seguridad de las

---

<sup>99</sup> Este proyecto sienta precedente para el resto de las provincias a fin de incorporar sistemas de energía que permitan aumentar la eficiencia de la red al disminuir pérdidas, reducir los cortes y prolongar las inversiones en la expansión de las mismas. Más información en <https://www.epse.com.ar>

<sup>100</sup> El sistema propuesto en la ley nacional 27424/17 es del tipo NetBilling o sistema neto de facturación que permite comparar la energía limpia generada por la fuente renovable sobre la energía consumida durante un mismo período. La reglamentación de la ley contempla un medidor bidireccional cuyas características permitan discriminar la energía entregada por la fuente renovable a la red, de la que el usuario toma de la red.

personas y de las redes eléctricas. Por otro, que no se vean perjudicadas las recaudaciones de las empresas en concepto por operación y mantenimiento de redes.

Cabe señalar que el bienestar conseguido por la aplicación de dichas tecnologías es relativo y solo puede hacerse más eficiente si el conjunto *generación distribuida - red pública* logra unificar criterios de buen diseño y calidad de los equipos involucrados. En suma, tanto los representantes de la red pública como los correspondientes a los sistemas distribuidos de generación deberán trabajar en conjunto a fin de lograr el tan ansiado cometido: converger a una red donde se verifique el uso racional y eficiente de la energía. Para esto se deberán realizar inversiones que ayuden a disminuir los consumos, por ejemplo, de las luminarias urbanas correspondientes a plazas y parques, a espacios públicos de esparcimiento y todo aquel consumo público existente en la ciudad.

Si bien lo mencionado, conforma la primera parte del camino, los sistemas de comunicación (supervisión y control) de estos consumos tendrán que estar presentes en la ecuación económica a desarrollar a fin de asegurar una óptima utilización de los recursos. Como ejemplo podría pensarse que sucede cuando las luminarias urbanas, cuyos sistemas de control (llámese fotoceldas) poseen mantenimientos precarios. En muchas ocasiones, estas luminarias se observan encendidas a plena luz del día, y si, en simultáneo, coexisten sistemas de generación distribuida activos, la conclusión es evidente y demuestra que, sin una planificación de políticas<sup>101</sup> serias que promuevan la consciencia en el uso adecuado de los recursos energéticos (tanto del lado de la oferta como del de la demanda), se caería en el engaño más evidente.

## 8 Redes Inteligentes (Smart Grids)

El nuevo paradigma de la energía, la generación distribuida, ha tenido sus orígenes en Europa y EEUU, surgido como un nuevo diseño que promete resolver las falencias que poseen los grandes sistemas de generación y transporte en el abastecimiento a las comunidades. Como se ha visto, la creciente penetración de las energías renovables al contexto local ha promovido varios debates de los organismos oficiales y empresas privadas de servicios, en busca de optimizar el uso de los recursos. En consecuencia, y en pos de mejorar la eficiencia de la matriz de distribución, surge la necesidad de hacerlo de una manera inteligente, por lo que un paso más en la evolución de estos sistemas comienza a desarrollarse, y así surge el concepto de redes inteligentes. Las redes inteligentes o más conocidas por sus orígenes en Europa y Estados Unidos como Smart Grids desempeñan un importante papel a la hora del dialogo entre el consumidor final (usuarios particulares o empresas) y las compañías eléctricas. En esta instancia es importante aclarar que las redes inteligentes pueden variar su alcance, como se verá más adelante, ya que pueden o no integrar sistemas con generación distribuida, pero en el caso de hacerlo, esta última se verá beneficiada con los atributos de la primera.

Existen muchas definiciones acerca del concepto de una red inteligente, entre ellas pueden mencionarse algunas esgrimidas por organismos e institutos con amplia experiencia en el desarrollo de temas de energía.

---

<sup>101</sup> Las políticas deben incluir el compromiso tanto de los usuarios como de la distribuidora local y de los organismos de control para hacer cumplir las normativas implementadas.

El Observatorio IETIT<sup>102</sup> (2011) en su documento *Smart Grids y Evolución de la Red Eléctrica*, define:

Una Smart Grid es un sistema que permite la comunicación bidireccional entre el consumidor final (usuarios particulares o industriales) y las compañías eléctricas, de forma que la información proporcionada por los consumidores se utiliza por las compañías para permitir una operación más eficiente de la red eléctrica. Además, toda esa información ofrece nuevos servicios a los clientes de forma complementaria a la propia energía eléctrica (p. 4).

Otra definición de smart grid la proporciona la Agencia Internacional de Energía (2011) la cual la describe en estos términos:

Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras avanzadas para monitorear y administrar el transporte de electricidad de todas las fuentes de generación para satisfacer las demandas de electricidad variables de los usuarios finales. Las redes inteligentes coordinan las necesidades y capacidades de todos los generadores, operadores de red, usuarios finales y partes interesadas del mercado de electricidad para operar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, minimizando los costos y los impactos ambientales mientras maximizan la confiabilidad, resistencia y estabilidad del sistema (p. 6).

Por otra parte, la Empresa Distribuidora Norte Sociedad Anónima (EDENOR, 2010) en la publicación *Las Tecnologías Energéticas y el Desarrollo Sustentable. SMART GRID La Visión de Edenor y sus Implementaciones*, manifiesta que una red inteligente “es la aplicación de las nuevas tecnologías de comunicación e información digital para gestionar en forma eficiente los recursos de generación, los sistemas de transmisión y distribución y las instalaciones del cliente.”

En resumen y según unos autores, una red inteligente es una red eléctrica que puede integrar de manera rentable el comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella (generadores, consumidores y los que se comportan como ambos<sup>103</sup>) para garantizar un sistema de energía sostenible, económicamente eficiente, con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro (Skopik, Wagner, 2012, p.557).

## Características

Las redes inteligentes tienen la flexibilidad de integrar las energías convencionales y las renovables junto con las redes de comunicación, lo que las convierte en un gestor eficiente de la generación distribuida.

---

<sup>102</sup> Observatorio Industrial de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. Su funcionamiento está coordinado desde la Dirección General de Desarrollo Industrial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España.

<sup>103</sup> Boal (2010) citado por Díaz (2011, p.11) manifestó que “los usuarios pasarán de ser simples receptores pasivos de electricidad a convertirse, al mismo tiempo, en fuentes y sumideros de energía.”

Actualmente se vive una era de concientización sobre el cambio climático y la necesidad en la reducción de las emisiones de GEI, por lo que muchos desarrollos de estas redes priorizan el uso de las energías renovables frente a las alternativas que utilizan combustibles de origen fósil.

## Componentes de una red inteligente

Smart meter (medidores inteligentes). Tienen la capacidad de transmitir datos de manera bidireccional entre el usuario y la distribuidora a fin de optimizar el uso de la energía de manera horaria.

La información enviada al contador por parte del usuario o la empresa que brinda el servicio puede incluir: información sobre precios, instrucciones de conexión o desconexión, alarmas e instrucciones cuando exista un malgasto de carga, actualización de software del contador, fecha y hora (Ivancic, 2019a).

Según indica el Departamento de energía de EEUU (2016, p.12), los medidores inteligentes brindan una serie de funciones, incluida la medición del consumo de electricidad del cliente en intervalos de 5, 15, 30 o 60 minutos; medición de los niveles de tensión; y monitoreo del estado on / off del servicio eléctrico. Los medidores inteligentes comunican estas lecturas a las empresas de servicios públicos para su procesamiento, análisis y recomendación a los clientes para su facturación, retroalimentación energética y administración de las tarifas basadas en el tiempo.

Puede afirmarse que los medidores inteligentes son el corazón del sistema por donde la comunicación de datos y la transferencia de energía ocurre a fin de optimizar la eficiencia de cada hogar, empresa u organismo oficial.



Figura 20. Ejemplos de medidores inteligentes. Fuente ENEL, The Telegraph, www.smart-energy.com

Generación distribuida. Conformada por los sistemas enumerados en apartados anteriores, provee las fuentes de generación eléctrica que sirven para el abastecimiento de energía a la red y ayudan a su estabilización frente a fluctuaciones rápidas de la demanda.

Sistemas de comunicación. Proveen el enlace de datos entre el operador de la red y los consumidores-generadores lo cual permite la toma de decisiones en tiempo real basadas en las solicitudes de energía y el estado global de la red. Mediante esta estructura la

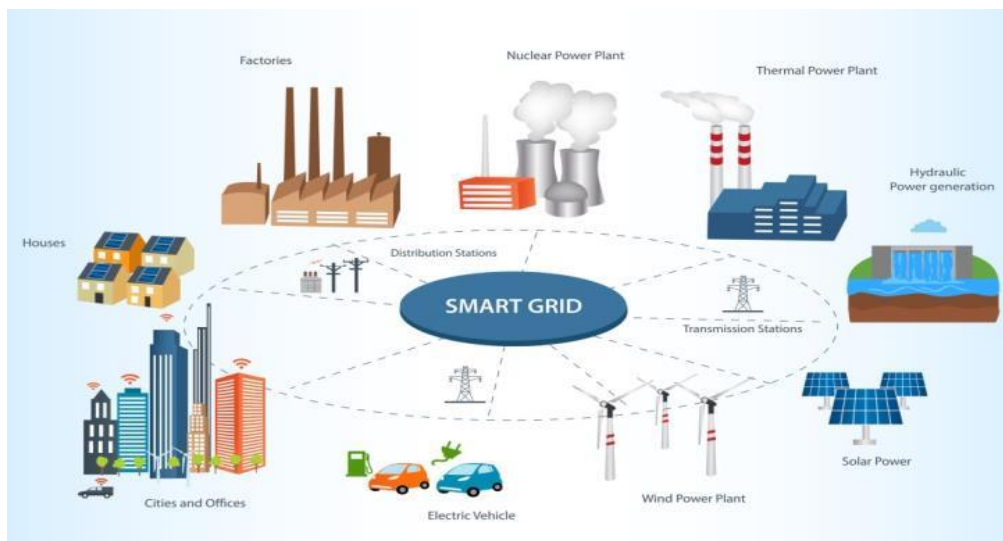
distribuidora puede enviar información útil al consumidor sobre los costos y horarios que le permitan optimizar su consumo.

Centro de monitoreo y control. En general está ubicado en las instalaciones del proveedor local. Concentra equipos de toma de decisiones así como sistemas de monitoreo tipo SCADA<sup>104</sup> que permiten la visualización de la red y su estado en tiempo real.

Actuadores remotos y sistemas de automatización. El control de las cargas (conexión/desconexión) puede administrarse mediante equipos que faciliten la operación de la red al actuar sobre ella e impedir que una falla particular afecte al resto de la demanda.

La aplicación de redes inteligentes aporta diversos beneficios, algunos de los cuales se resumen a continuación:

- reducen la emisión de gases de efecto invernadero.
- mejoran la eficiencia del sistema.
- ayudan a diferir la necesidad de crecimiento del sistema.
- reducen el pico de carga.
- alivian la congestión.
- mejoran la seguridad del sistema.
- poseen ventajas relacionadas para la integración de vehículo eléctrico.
- aumentan la confiabilidad del sistema reduciendo cortes imprevistos.
- ahorran costos de operación y mantenimiento.
- mejoran la calidad del servicio.



**Figura 21.** Esquema de una Smart Grid. Una red inteligente puede integrar diversas fuentes de energías para proporcionar el suministro propio a la red. Fuente: IEEE

---

<sup>104</sup> Supervisory Control and Data Acquisition (Supervisión, control y adquisición de datos). Este sistema utilizado extensamente en el mundo por la industria posee una enorme flexibilidad que permite, de acuerdo a sus siglas, tener el control de la planta o red y poder visualizar en tiempo real las variables que componen el sistema a monitorear y controlar mediante gráficos que simulan el esquema de la planta. Pérez-López (2015, p.3) cita a Bailey y Wright (2003) quienes mencionan que "...un SCADA abarca la recolección de la información y la transferencia de datos al sitio central, llevando a cabo el análisis y el control necesario, para luego mostrar la información sobre una serie de pantallas de operador..."

## **Tecnológicas en que se dividen las redes inteligentes<sup>105</sup>**

Según indica la Agencia Internacional de Energía (2011, p.19):

- monitoreo y control de área amplia
- integración de tecnología de información y comunicación
- integración de generación renovable y distribuida
- mejora de la transmisión
- gestión de la red de distribución
- infraestructura de medición avanzada
- infraestructura de carga de vehículos eléctricos
- sistemas del lado del cliente

## **Orígenes de las redes inteligentes**

A medida que aumentaba la demanda de electricidad en las redes hasta finales del siglo XX, las empresas de servicios públicos buscaban formas de administrar las cargas máximas. Los costos de capital de construir capacidad de generación para manejar estos picos -capacidad que luego estaría inactiva durante largos períodos de carga no pico- llevaron a las empresas a buscar formas de estudiar sus períodos de demanda, ponerles un precio acorde y alentar a los clientes a cambiar el consumo de franjas de punta a franjas de valle.

El objetivo de igualar el consumo a la generación requería medidores que pudieran medir la hora del día del consumo además del consumo acumulado. Los dispositivos automáticos de lectura de medidores introducidos en la década de 1970 fueron el comienzo de los medidores que proporcionaron información a la empresa, un requisito básico de cualquier sistema de red inteligente. La tecnología para monitorear sensores y transmitir los datos surgió de la tecnología de identificación de llamadas patentada por Theodore Paraskevakos<sup>106</sup>.

## **Redes inteligentes y almacenamiento de energía**

Una de las configuraciones más eficientes en el uso de las redes inteligentes es la que incorpora sistemas de almacenamiento de energía. Estos deben instalarse cerca de la demanda e incluso algunos, por sus características modulares, ser parte interna de la red de distribución. Los orígenes de estas fuentes pueden ser varios y pueden clasificarse en los siguientes grupos (Moragues, 2014, p.2):

---

<sup>105</sup> El avance científico y tecnológico hace que el diseño de las redes inteligentes se encuentre en constante evolución y mutación, sin embargo, mantiene cuatro elementos fundamentales que no pueden faltar: la generación de energía, el consumo, la red de transporte o distribución y la plataforma para la comunicación de los datos.

<sup>106</sup> Theodore G. Paraskevakos es cofundador de iCVn, Inc. y se desempeña como su presidente y director de tecnología. Paraskevakos posee más de 60 patentes en los Estados Unidos y Europa, incluida la patente de la tecnología en la que se basa el identificador de llamadas. Graduado de la Escuela Superior de Electrónica en Grecia, estudió y enseñó en la Universidad de Alabama y el Instituto de Tecnología de la Florida en Estados Unidos.



- Almacenamiento mecánico:
  - Bombeo hidráulico: energía potencial.
  - Aire comprimido: energía potencial y térmica.
  - Volantes de inercia: energía cinética.
  
- Almacenamiento químico y electroquímico:
  - Hidrógeno
  - Baterías.
  - Entalpía de reacción.
  
- Almacenamiento térmico:
  - Calor sensible.
  - Calor latente.
  
- Almacenamiento eléctrico y magnético.
  - Condensadores.
  - Campos magnéticos.

A medida que aumente el costo del gas natural utilizado para la generación de picos por los generadores de turbina de combustión o unidades de ciclo combinado, el valor del almacenamiento de energía continuará mejorando. Lo más importante es que el objetivo de reducir las emisiones de carbono alentará el desarrollo tanto de las energías renovables como del almacenamiento (DOE, 2018).

El tema del almacenamiento de energía es, por lo tanto, de importancia crucial en términos de sostenibilidad energética y será aún más importante en el futuro: la capacidad de aumentar la flexibilidad del sistema eléctrico dependerá de la efectividad de los sistemas de almacenamiento.<sup>107</sup>

A continuación, se realiza una descripción de algunos de los sistemas actualmente aplicados en la operación de suministro eléctrico, con potenciales beneficios, algunos por su larga trayectoria y evolución, y otros por la mejora en la tecnología que los hacen modulares y flexibles a la hora de su uso.

### **Bancos de baterías**

Este tipo de almacenamiento o reserva de electricidad, permite su instalación de manera modular y escalable según la potencia requerida, en distintos puntos de la red, a fin de lograr la confiabilidad necesaria a la hora de abastecer los picos de demanda en ciertas franjas horarias.

En lo que respecta a una red de generación distribuida, la implementación de estos sistemas, mejora el funcionamiento y optimiza los costos en generación y distribución, ya que mientras que en horas de valle-resto, una parte de sistemas de generación

---

<sup>107</sup> E-distribuzione. Stoccaggio dell'energia. Más información disponible en: <https://www.e-distribuzione.it/it/progetti-e-innovazioni/smart-grids/stoccaggio-dell-energia.html> [último acceso julio 2019]

almacenarían la energía otros abastecerían al mercado y, en las horas pico, la energía almacenada estaría disponible para abastecer la solicitud en la demanda. Sumado a lo mencionado, estas configuraciones permiten al distribuidor local, planificar las compras de energía, basados en la capacidad y performance de los equipos instalados.

Este diseño tiene múltiples beneficios en la gestión de la energía que se consume en las diferentes horas del día. Así el despacho de cargas, que supervisa y controla el organismo competente, logra una mayor robustez, confiabilidad y mejora del servicio.

Algunas de las ventajas que trae consigo la utilización de esquemas de almacenamiento de energía fueron manifestadas por el Departamento de Energía de Estados Unidos en su informe *Energy-Storage\_2009\_10\_02.pdf* siendo las mismas:

- ✓ diferimiento de las actualizaciones y reemplazos de equipos de T&D<sup>108</sup>.
- ✓ reduce la combustión de turbinas al proporcionar fuentes de energía almacenadas locales y listas para ser despachadas.
- ✓ atenúan los impactos de rampa, de los generadores convencionales, causados por la intermitencia de energías renovables como la fotovoltaica y la eólica.
- ✓ se generan oportunidades de arbitraje al permitir que las entidades de servicio, o incluso los consumidores, compren y almacenen energía de bajo costo durante los períodos de menor actividad para desplazar una generación de costos más alta durante los períodos de pico.
- ✓ prestación de servicios auxiliares, como la regulación de frecuencia de alto costo, así como la capacidad de reserva de giro y arranque en negro.
- ✓ reducción de la congestión de las líneas de T&D y de las pérdidas eléctricas, al colocar los arreglos de baterías en las interfaces T&D, en los circuitos de distribución o al lado de los clientes.
- ✓ mejora de la calidad de la energía y despacho de la potencia reactiva habilitada por las interfaces electrónicas de batería a red de alta velocidad y flexibilidad.
- ✓ en algunas situaciones, permite la recuperación de la tensión después de una falla, así como la posibilidad de evitar el colapso de la misma (los inversores de la instalación de almacenamiento pueden proporcionar un corto tiempo de salida máxima de potencia reactiva para mitigar un posible colapso de la tensión).
- ✓ provisión de una fuente fácilmente disponible que puede aportar pequeños incrementos para coincidir exactamente con el crecimiento de la carga, en lugar de agregar grandes incrementos de nuevas turbinas de combustión con pico, y con la instalación en meses en lugar de años.

---

<sup>108</sup> T&D: Transporte y distribución eléctrica.

- ✓ carga rápida de PHEV<sup>109</sup> o EV<sup>110</sup>, sin expandir el sistema de distribución existente.
- ✓ la confiabilidad general del servicio al usuario final puede mejorarse significativamente con baterías modulares distribuidas por toda la red, o durante situaciones de emergencia como huracanes, tornados o tormentas de hielo, las baterías tienen la capacidad de auto-despacharse para cumplir con la carga local, mejorando así la confiabilidad de LSE y la seguridad.
- ✓ las baterías en una red inteligente pueden proporcionar energía local limitada durante un período de tiempo (8 horas o más) sin preocupaciones tales como la disponibilidad de combustible, las emisiones de GEI, el ruido y la seguridad normalmente asociados con el diésel y los generadores propiedad del cliente.
- ✓ las baterías pueden proporcionar energía de respaldo a los clientes críticos durante una interrupción del servicio que causa que el cliente quede en isla o a todos los clientes atendidos por alimentadores radiales abiertos<sup>111</sup>.
- ✓ provisión de soporte de estabilidad transitoria para redes muy débiles.
- ✓ prestación de múltiples beneficios ambientales mediante el desplazamiento de las turbinas de combustión en hora pico, permitiendo la generación de energía renovable y reduciendo las pérdidas de transporte y distribución.
- ✓ la confiabilidad mejorada del sistema equivale a la reducción de los costos sociales por motivo de interrupciones momentáneas y sostenidas.

## Proyecto HPR - Australia

El objetivo de este proyecto es proporcionar una instalación de almacenamiento de baterías para estabilizar la red eléctrica del sur de Australia, facilitar la integración de energía renovable en el estado y ayudar a prevenir eventos de desconexión de carga.

### Características del proyecto

El parque eólico Hornsdale Wind Farm, en el sur de Australia, está conformado por tres granjas eólicas (HWF1, HWF2, HWF3) cuya capacidad total instalada es de 315MW y además incluye un banco de baterías Hornsdale Power Reserve (HPR) de 100MW/129MWh fabricados e instalados por Tesla<sup>112</sup> y puesto en operación, luego de los ensayos y pruebas de confiabilidad, en diciembre de 2017.

---

<sup>109</sup> PHEV. Plug-in Hybrid Electric Vehicle (conexión del vehículo híbrido).

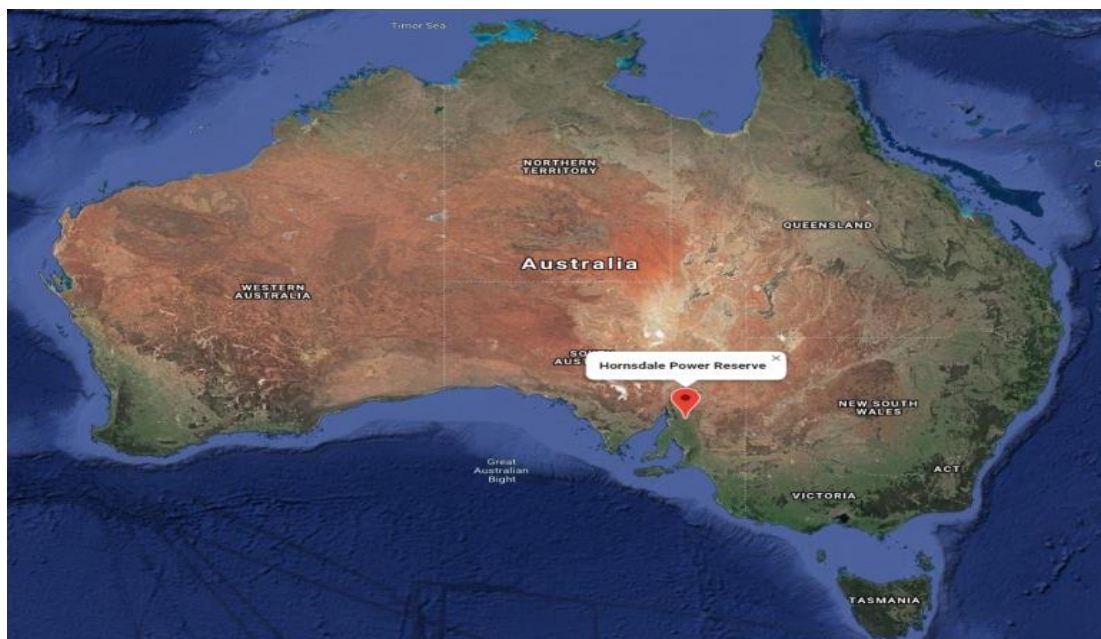
<sup>110</sup> PEV. Plug-in Electric Vehicle (conexión del vehículo eléctrico).

<sup>111</sup> Equipos que proporcionan energía a un conjunto de usuarios.

<sup>112</sup> Tesla es una compañía norteamericana que fabrica vehículos totalmente eléctricos y también productos de almacenamiento y generación de energía limpia infinitamente escalables. Más información en: [www.tesla.com/powerpack](http://www.tesla.com/powerpack)

El proyecto fue desarrollado por AEMO (Australian Energy Market Operator-Operador del Mercado Eléctrico Australiano) y ARENA (Australian Renewable Energy Agency-Agencia de Energía Renovable Australiana) en conjunto con NEOEN<sup>113</sup> y Siemens-Gamesa Australia (proveedor de equipos para el grupo de parques eólicos de Hornsdale).

En la siguiente figura se encuentra la ubicación geográfica de la central:



**Figura 22.** El sistema de almacenamiento está ubicado aproximadamente a 15km al norte de Jamestown en el sur de Australia. Fuente: <https://hornsdalepowerreserve.com.au/overview/>. Google Imagery 2019. NASA

El sistema HPR proporciona control y respuesta de frecuencia rápida y precisa, es decir el HPR puede proporcionar 100MW de salida a la red en menos de 150 milisegundos, estabilizando la frecuencia y evitando la posible desconexión de carga.<sup>114</sup>

El equipamiento de baterías posee la capacidad de rampa rápida lo que significa que puede enviar grandes cantidades de energía de forma rápida y confiable, es decir que puede dar soporte a la red eléctrica del sur de Australia al proporcionar control de frecuencia y servicios de seguridad de red a corto plazo.

---

<sup>113</sup> Neoen, propietario y operador de Hornsdale Power Reserve, es un productor de energía independiente especializado en proyectos de energía renovable. Neoen desarrolla, financia, supervisa la construcción, opera y mantiene sus proyectos como un actor de energía renovable totalmente integrado, con un enfoque genuino a largo plazo.

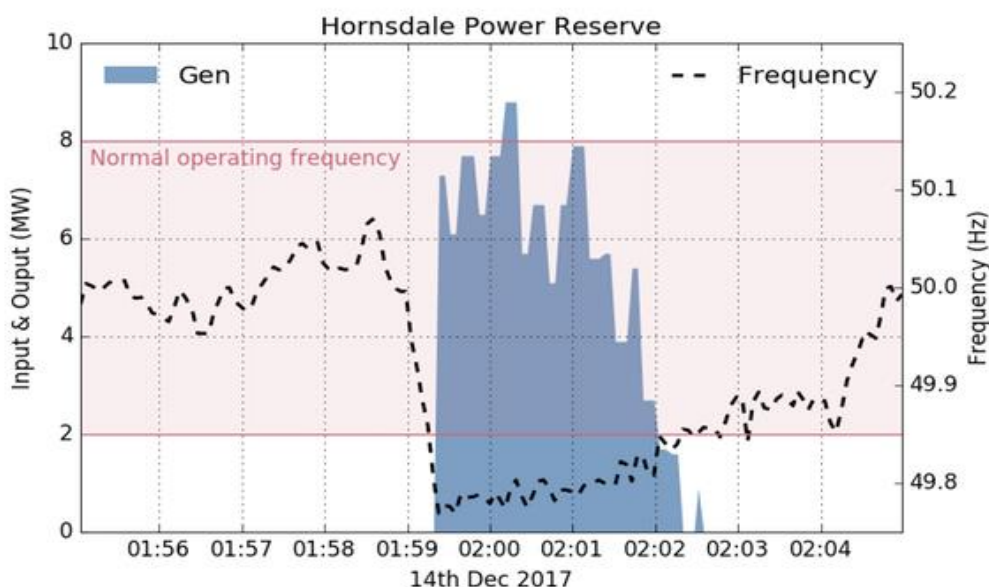
<sup>114</sup> Weston, D. 5 de diciembre de 2018. Hornsdale battery has 'significant impact' on market. Más información en <https://www.windpowermonthly.com/article/1520406/hornsdale-battery-significant-impact-market> [último acceso abril 2019]

Por otro lado, una parte de la capacidad de la batería también se dedicará al comercio en el mercado eléctrico. En resumen, la capacidad total del banco de baterías se dividirá de la siguiente manera:

- ✓ 70MW para brindar seguridad de red al operador de la red<sup>115</sup>
- ✓ y los 30MW restantes para arbitraje de energía en los mercados mayoristas.

Esta capacidad se utilizará para almacenar energía del parque eólico de Hornsdale cuando la demanda sea baja y despacharla cuando la demanda sea alta, lo que reducirá la necesidad de instalar costosas "plantas pico" de gas y ejercerá una presión a la baja sobre los precios de la energía para los consumidores del sur de Australia.<sup>116</sup>

En el siguiente gráfico se observa un incidente provocado por el desenganche de una unidad de generación y la respuesta del sistema de baterías a fin de contrarrestar la caída en la frecuencia del sistema restituyéndola dentro de la zona normal de operación, en un corto tiempo.



**Figura 23.** Respuesta del sistema HPR a una caída en la frecuencia del sistema debido al desenganche de una unidad en Loy Yang A, Victoria. Fuente AEMO.

Desde la habilitación de Hornsdale Power Reserve, se han generado grandes ahorros producto de la intervención de dicho sistema el cual permitió responder en tiempo y forma en los diferentes eventos que en otras circunstancias fueron causa de desbalances críticos en la red eléctrica.

<sup>115</sup> En virtud de acuerdos con el gobierno del sur de Australia, esta capacidad se ofrece al NEM (National Electricity Market) en el límite de precio de mercado (price cap market), lo que garantiza que este componente del HPR no se despachará antes que otra generación en el sur de Australia. AEMO. Abril 2018.

<sup>116</sup> Más información en <https://hornsdalepowerreserve.com.au/overview/>

## Respuesta del sistema

En la siguiente figura se muestra un gráfico sobre la velocidad de respuesta del sistema de batería versus el sistema FCAS (Frequency Control Ancillary Services)<sup>117</sup>.

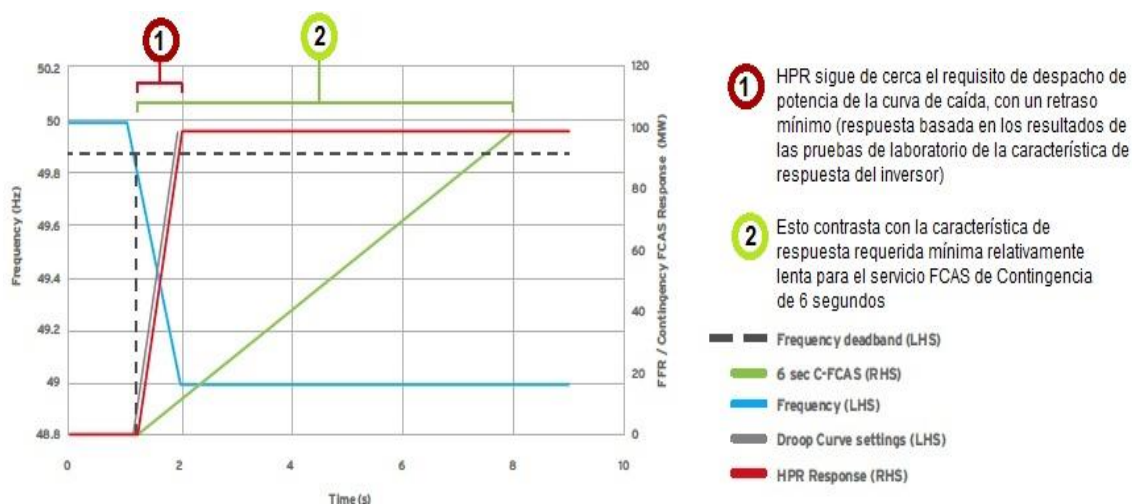


Figura 24. Respuesta del HPR vs 6seg. F-CAS. Fuente: Aurecon

Puede observarse de este ejemplo los sistemas de almacenamiento de energía se complementan con la red a fin de compensar de manera rápida (incluso respecto de generadores convencionales) y efectiva las variaciones por salida intempestivas de unidades de generación renovables intermitente.

El uso de dichas configuraciones debe permitir la flexibilidad necesaria frente a variaciones de la carga, con una respuesta rápida y precisa. Estas características confieren a la red menores pérdidas, mayor estabilidad, y un seguimiento en tiempo real de los flujos de carga entre la oferta y la demanda. Como consecuencia de la aplicación de dichas tecnologías, se generan mejoras en la confiabilidad del servicio y se reducen los costos de operación y mantenimiento ya que los equipos de potencia disminuyen su “stress” frente a cambios asociados a las fluctuaciones en las variaciones tanto del consumo como por desenganches de unidades de generación.

A continuación se ven las instalaciones del banco de baterías de Hornsdale, Australia equipamiento provisto por Tesla<sup>118</sup>.

<sup>117</sup> Servicios auxiliares de control de frecuencia. Este sistema usado en la red de Australia permite contener y compensar variaciones de frecuencia. El retardo promedio de dicha respuesta está en el orden de los 6 segundos de acuerdo a lo dispuesto por AEMO.

<sup>118</sup> Más información en [www.tesla.com](http://www.tesla.com)



**Figura 25.** Banco de baterías provisto por Tesla, instalado junto al complejo eólico Hornsdale en el sur de Australia, desarrollado por la compañía francesa Neoen. Foto: Clément Viaud (Asset Manager, Neoen Australia). Arena Insights fórum. Noviembre 2018.

### **Ahorros en el sistema eléctrico**

Según el análisis de Renew Economy<sup>119</sup> se estima que la batería ahorró 2.5 millones de dólares netos en su primer trimestre de funcionamiento, basándose sólo en los 30 megavatios (MW) de capacidad que está comercializando.

“Al extender este análisis para el primer y segundo trimestre de 2018, encontramos que los 30 MW de capacidad comercial de HPR generaron márgenes brutos de \$ 8.9 millones.” (Parker S., 2018)

Al final de 2018 los ingresos obtenidos gracias a la intervención de la gran batería fueron de unos 18 millones de dólares (Parkinson, 2019).

### **Proyecto Whitelee<sup>120</sup> - Escocia, Reino Unido**

ScottishPower, es una empresa dedicada a la generación eléctrica por medio de energías renovables y forma parte del grupo Iberdrola, un líder tecnológico en energías limpias. A su vez ScottishPower Renewables posee 40 granjas eólicas que producen cerca de 2000MW.

---

<sup>119</sup> Parker S. & Mountain B. (2018). Tesla big battery: It earned a lot more money in second quarter. 3 de agosto de 2018. <https://reneweconomy.com.au/tesla-big-battery-it-earned-a-lot-more-money-in-second-quarter-80892/> [último acceso abril 2019]

<sup>120</sup> Es el parque eólico terrestre más grande del Reino Unido, ubicado en Eaglesham Moor a solo 20 minutos de Glasgow. Es operado por su desarrollador y dueño ScottishPower. En el pico puede generar 539MW y alimentar a 300.000 hogares o a todos los hogares de Glasgow.

Recientemente el gobierno de Escocia aprobó un plan de ScottishPower para la instalación de una central de almacenamiento de energía mediante baterías de litio. Esta central se alimentará del parque eólico Whitelee y tendrá una capacidad de 50MW.

Según se indica en el sitio de internet de la empresa, esta central cargará sus equipos por medio de los 215 aerogeneradores de la granja eólica y dará soporte a la red nacional a fin de mantener la resiliencia y estabilidad de la red eléctrica incluso en los momentos que no sopla viento.

La misión de esta central es la de proveer servicios como potencia reactiva y respuesta en frecuencia a la red nacional y, en consecuencia, mejorar el control y la flexibilidad de la misma.

### **Características técnicas de la central**

La batería puede descargarse por completo o usarse en ráfagas cuando sea necesario para mantener la red eléctrica estable al equilibrar la oferta y la demanda. Además, la batería también mejorará la capacidad de almacenar el exceso de energía de la generación eólica en momentos en que la demanda es baja o el viento es alto, por ejemplo, en la noche, y se liberará en el momento de mayor demanda y menor viento.

Texto original en inglés:

Keith Anderson, ScottishPower Chief Executive, said: “This is a significant step forward in the road to baseload for renewable energy.

Traducido al español:

Keith Anderson, Jefe ejecutivo de ScottishPower, dice: “Este es un importante paso adelante en el camino hacia la carga base de energía renovable”.

De acuerdo a los datos oficiales, se espera que la central entre en operación comercial a finales de 2020.



**Figura 26.** Maqueta digital del proyecto de almacenamiento de energía en baterías. Fuente Scottish Power.



Este es otro ejemplo de la dirección hacia la cual se mueve el sector de las energías renovables apoyadas por políticas que alientan este tipo de iniciativas al entender su importancia técnica en la estabilización de la matriz eléctrica y económica al suplir los picos de consumo y así, evitar el ingreso de generación costosa. Adicionalmente y en sintonía con los compromisos medioambientales, estos proyectos generan efectos positivos en la contribución de la reducción en las emisiones de GEI.

### **Proyecto La Travesía – San Juan, Argentina**

En el ámbito nacional, un reciente proyecto que incluye almacenamiento de energía se hizo conocer en el sector. Se trata de una iniciativa localizada en la provincia de San Juan, más precisamente, en el predio del complejo fotovoltaico Ullúm. Esta idea, motorizada por la empresa de energía EPSE (Energía Provincial Sociedad del Estado), consiste en la instalación de una planta fotovoltaica que incluye almacenamiento de energía con baterías con el objetivo de indagar y experimentar acerca del funcionamiento conjunto de estos equipamientos y su interacción con la red. Entre las metas a desarrollar se encuentran:

- participación en la regulación,
- reserva,
- modulación de generación,
- y desplazamiento de la energía generada entre otros

También, esta prueba piloto, pretende aportar datos y conclusiones que permitan dar los primeros pasos hacia una futura regulación y normativas de implementación a fin de desarrollar esta siguiente etapa en el abastecimiento de energías limpias y que, a nivel mundial, conforma un área de trabajo con el objetivo en la compensación de las fluctuaciones causadas por las energías renovables, así como en la reducción de las emisiones de GEI.

Una breve síntesis<sup>121</sup> de los objetivos específicos se menciona a continuación:

- Contribuir a mitigar el cambio climático.
- Ampliar el volumen de generación de energía limpia y no contaminante.
- Avanzar en el perfeccionamiento y experiencia de la energía solar fotovoltaica.
- Incrementar la Investigación e Innovación en áreas conexas a la implementación de energías renovables.
- Promover el desarrollo regional de la economía.

---

<sup>121</sup> <https://www.epse.com.ar/web/proyecto/parque-solar-la-travesia-57-mw/26>

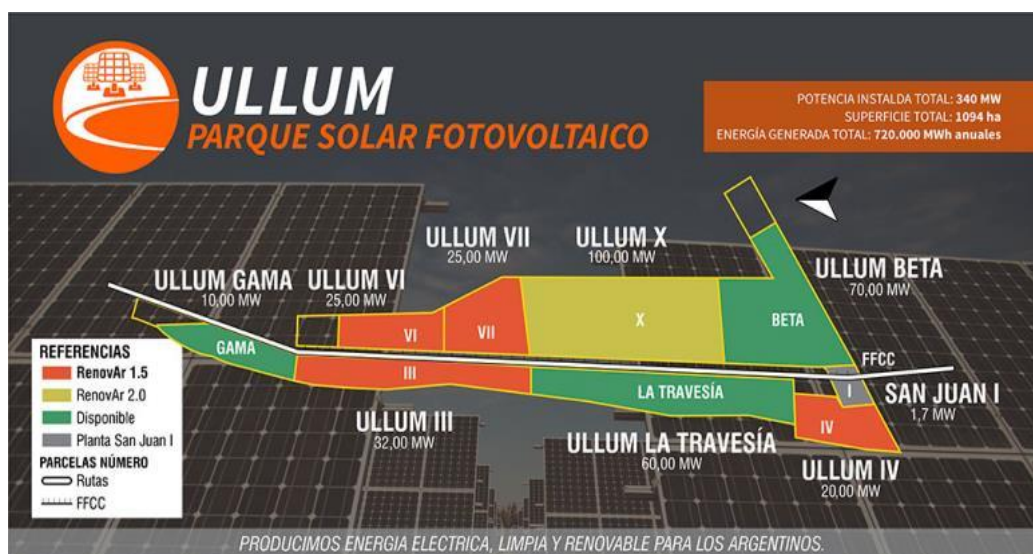


Figura 27. Proyecto La Travesía con almacenamiento. Fuente EPSE

El proyecto solar contempla la instalación de 57MWp de potencia fotovoltaica y se prevé construir en dos etapas, la primera de 21MWp y la segunda de 36MWp. Cabe destacar que existe suficiente capacidad en la estación transformadora Ullúm para evacuar la energía generada.

Algunas prestaciones del sistema de baterías contemplan:

- Administración de la inyección neta de potencia a la red, considerando la sumatoria de la potencia generada por el parque solar fotovoltaico y de la potencia inyectada/absorbida por el sistema de almacenamiento.
- Provisión de potencia de reserva para la regulación primaria de frecuencia (RPF)
- Provisión de potencia de reserva para la regulación secundaria de frecuencia (RSF)
- Provisión de potencia para el servicio de reserva operativa de corto plazo (ROCP)

La inclusión del sistema de almacenamiento permitirá realizar análisis y pruebas respecto de su comportamiento a:

- La capacidad del parque solar de mantenerse conectado a la red ante la ocurrencia de perturbaciones.
- Operación en isla del parque solar ante una desconexión de la red.
- Provisión de reserva de potencia según el criterio de emular la contribución de inercia que tendría un generador convencional (por ejemplo, hidroeléctrico) para iguales niveles de inyección de potencia activa.
- Seguimiento de variaciones muy rápidas de demanda, las cuales no pueden ser compensadas con los sistemas de generación.
- Optimización del sistema de control de tensión e inyección de potencia reactiva en coordinación con los inversores asociados al parque solar fotovoltaico.

La utilización del sistema de almacenamiento permitirá realizar un análisis de costos de mantenimiento, vida útil de los componentes, degradación y capacidades de las baterías que integran el sistema.

Cabe destacar que la información provista por el portal de la empresa EPSE no informa sobre la capacidad que tendrá el sistema de almacenamiento, a fin de evaluar las magnitudes puestas en juego. Es interesante mencionar que si bien Argentina, en los últimos años ha comenzado a transitar los primeros pasos firmes en energías renovables, este proyecto que integra almacenamiento con baterías, se pone a la altura de los desafíos mencionados con anterioridad (caso Australia y caso Escocia). En este sentido, nuestro país ha dado importantes señales de lineamiento a los acuerdos de cambio climático y reducción de emisiones de GEI.

Por otra parte, el incentivo nacional de las energías renovables ha creado focos de atención en dicho aspecto y se ha comenzado a trabajar en casi todo el territorio de la república en soluciones diversas, que han aprovechado distintas ideas motorizadas por los gobiernos tanto provinciales como municipales.

Vale reiterar que la iniciativa tratada persigue el objetivo razonable de incursionar en este tipo de configuración con baterías, con la misión de hacer experiencia y lograr conocimientos respecto de su comportamiento, evaluar potencialidades, debilidades y demás aspectos que permitan elaborar conclusiones a fin de aportar mejoras en el ámbito técnico, de operación y mantenimiento, protocolos, legislación, capacitación y desarrollo industrial.

## Otros proyectos

<sup>122</sup>Narada – Leipzig, Germany

- Objetivo: Regulación de frecuencia para la red de energía de Alemania.
- Capacidad de la instalación: 15MW
- Capacidad de almacenamiento: 25MWh.
- Inauguración: septiembre de 2018

## Bombeo hidráulico

El aprovechamiento de la energía hidroeléctrica se remonta a 3.500 años en el pasado, con el surgimiento de las primeras ruedas hidráulicas. Los griegos y los romanos las empleaban para moler granos y para elevar el agua por encima del cauce de los ríos para regadío.

... en 1866, Werner von Siemens descubrió el principio dínamo-eléctrico sentó las bases para la obtención de energía eléctrica. En 1880, surgieron en Inglaterra las primeras plantas de energía hidroeléctrica. La construcción en Córdoba de la Usina

---

<sup>122</sup> La capacidad de la batería es de 25MWh y el sistema está especificado para proporcionar 15MW durante una hora para la reserva de control principal en la regulación de frecuencia. Recuperado de: <https://batteryinnovation.org/wp-content/uploads/2019/04/ID-108.Narada-1.pdf> [último acceso noviembre 2019]

Bamba en 1897 abrió el camino... para el aprovechamiento industrial de la energía hidroeléctrica, la que se extendería luego a lo largo de Argentina (EPEC, s/d).

Este método de almacenamiento de energía, en este caso potencial, consta de dos embalses uno superior y otro inferior. Durante las horas de valle, donde el costo de la energía es más bajo, bombea agua hacia el embalse superior a fin de que, en las horas pico o de mayor solicitud del sistema, sea turbinada y así satisfacer los consumos de los usuarios. Este diseño hidráulico optimiza costos y disminuye los impactos negativos sobre los recursos naturales al reutilizar el agua turbinada con anterioridad.

Uno de los ejemplos que existe en Argentina acerca de este tipo de centrales es el caso del Complejo Hidráulico Río Grande ubicado en la provincia de Córdoba.<sup>123</sup>

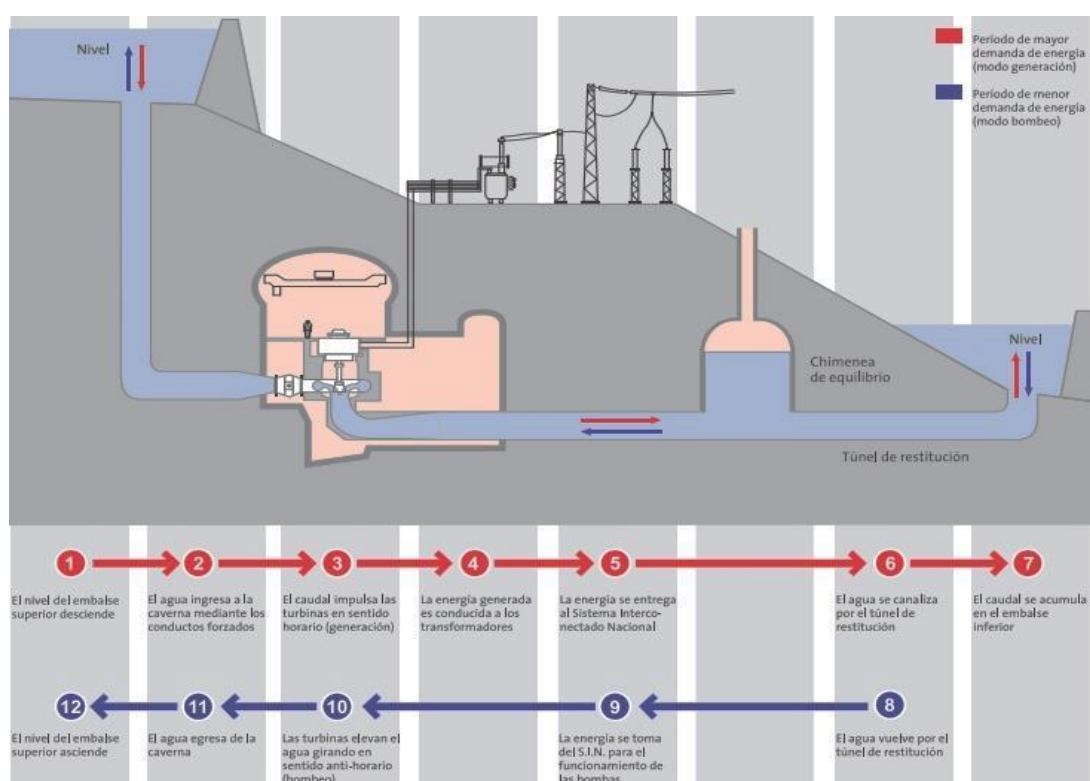


Figura 28. Esquema de funcionamiento de la central Río Grande. Fuente EPEC.

La Agencia Internacional de Energía en su informe (WEO, 2018, p.508), sobre escenarios energéticos pronostica para los próximos diez años la puesta en marcha de 27GW de plantas hidroeléctricas de almacenamiento por bombeo, principalmente en China, Estados Unidos y Europa.

Actualmente esta capacidad comprende un poco menos del 3% de la capacidad global de generación. (EIA, 2018a). Esta limitante se comprende si se analizan las ubicaciones y

<sup>123</sup> Más información en [www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/hidroelectricidad.pdf](http://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/hidroelectricidad.pdf) [último acceso abril 2019].

características de los emplazamientos para este tipo de prestaciones los cuales no siempre se encuentran cerca de los centros de mayor consumo.

Texto original en inglés:

While the technical potential is high, the rate of deployment is limited by the restricted availability of sites suitable for new developments or of existing hydro facilities that can be converted to pumped storage plants.

Traducción en español:

Si bien el potencial técnico es elevado, la tasa de despliegue se ve limitada por la limitada disponibilidad de emplazamientos adecuados para nuevos desarrollos o de instalaciones hidroeléctricas existentes que pueden convertirse en plantas de almacenamiento por bombeo.

### **Aire comprimido en cavernas**

Otra manera de lograr almacenar energía lo proveen estos sistemas, cuyas siglas en inglés COAS (Compressed Air Energy Storage) o sistemas de almacenamiento de energía mediante aire comprimido, que si bien no son tan populares como los primeros tienen un gran potencial en el aprovechamiento de pozos de gas depletados, cavernas o minas abandonadas. Dicho sistema tiene la ventaja de poder estar disponible de una forma más certera que la provisión de agua en los embalses, que en períodos de la historia han tenido escasez del recurso, a fin de proveer energía al sistema eléctrico.

...esta tecnología utiliza las mismas cavidades que necesita un almacén de gas natural, pero sin la peligrosidad que estos últimos representan y sin seguir con la continuidad de un sistema de energía basado en los hidrocarburos, con el beneficio de mejorar el abastecimiento de energía eléctrica y suavizar la curva de producción y demanda de electricidad (Sánchez<sup>124</sup>, 2015, p.3).

Cabe destacar que Argentina no explota este tiempo de almacenamiento, siendo en la actualidad el más habitual el descrito anteriormente, de bombeo hidráulico. A continuación, se presenta un esquema de este tipo de tecnología.

---

<sup>124</sup> Adrià Lladó Sánchez. Grau en Enginyeria de Recursos Energètics i Miners. Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM).

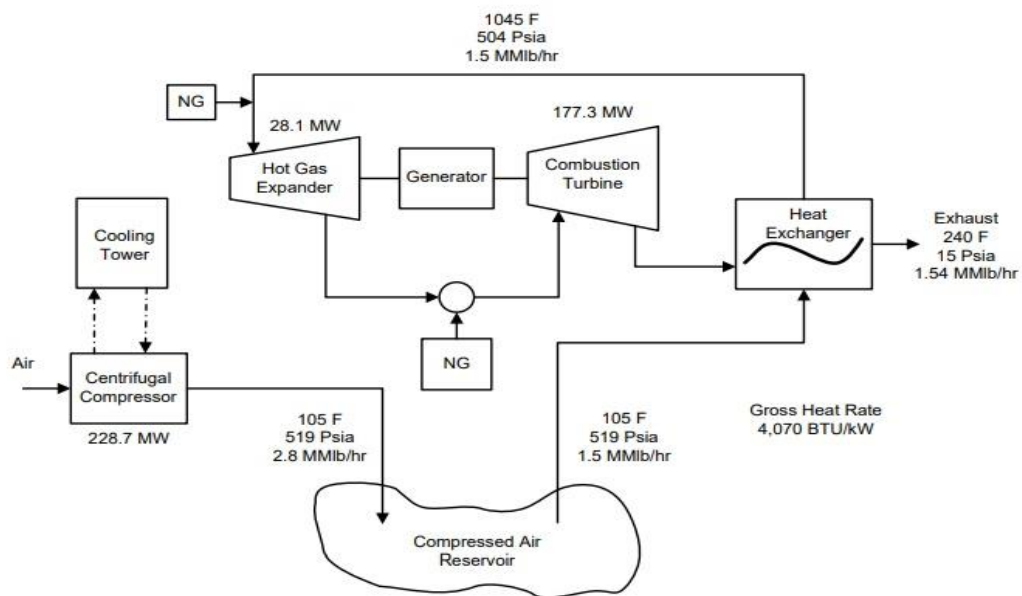


Figura 29. Columbia Hills CAES plant. Techno-economic Performance Evaluation of Compressed Air Energy Storage in the Pacific Northwest. Fuente DOE

## 9 Ahorros en el uso de generación distribuida integrada a una Smart Grid

En lo referente al cambio climático, las redes inteligentes ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tales como  $\text{NO}_x$ <sup>125</sup>,  $\text{SO}_x$ <sup>126</sup>,  $\text{CO}$ <sup>127</sup> y partículas, a través de una mayor eficiencia y del uso de energías renovables limpias.

La escalabilidad en la instalación de dicho equipamiento genera una reducción significativa de los pasivos ambientales, con la consecuente mejora de la calidad del aire por un lado y

<sup>125</sup> Óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ): La mayor parte de las emisiones antrópicas de óxidos de nitrógeno se producen en forma de óxido nítrico ( $\text{NO}$ ), como contaminante primario en los procesos de combustión de combustibles fósiles como petróleo, carbón o gas natural. La oxidación posterior del  $\text{NO}$  da lugar al dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y posteriormente al ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), como contaminantes secundarios.

<sup>126</sup> Óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ): Se forman por la combustión de cualquier sustancia que contenga azufre, como el carbón o el petróleo, generando dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) como contaminante primario. El trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) se forma en la atmósfera, como contaminante secundario, por la acción fotoquímica sobre el anhídrido sulfuroso, así como el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) que se produce por la oxidación catalítica de los óxidos de azufre en las gotas de agua de lluvia. Se estima que en el hemisferio norte más del 90% de la producción de óxidos de azufre es de origen antropogénico.

<sup>127</sup> Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ): El monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera, y su origen antropogénico es debido a la combustión incompleta de materias orgánicas (gas, carbón, madera, etc.), en especial los carburantes de los automóviles. Al oxidarse en la atmósfera genera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

la descompresión de las líneas de transporte y distribución de energía por otro, ya que la generación excedente puede ser entregada directamente a la red local.

Las pérdidas por transporte y distribución se reducen al utilizar esta tecnología con motivo de su cercanía con los centros de consumo. Esto convierte a una red inteligente en un sistema seguro y confiable, y alarga los plazos de grandes desembolsos en inversiones para la expansión de las redes públicas tanto de distribución como de transporte.

Por otra parte, como ya se ha visto, la incorporación de baterías en el diseño de la red, ayuda a mantener un suministro eléctrico continuo en horas nocturnas, abastecer a la demanda y amortizar, mediante un uso continuo, los equipos instalados.

La integración de recursos energéticos renovables y distribuidos...en edificios comerciales o residenciales... puede presentar desafíos para la capacidad de envío y control de estos recursos y para la operación del sistema eléctrico. Los sistemas de almacenamiento de energía, ..., pueden aliviar estos problemas al desacoplar la producción y el suministro de energía (IEA, 2011, pg.18).

El uso de la generación distribuida, permite a las empresas distribuidoras planificar la compra de energía teniendo en cuenta el aporte de esta tecnología en la integración del suministro eléctrico local. Esto genera un impacto directo en el mercado eléctrico por la consecuente reducción del uso de combustibles fósiles en centrales termoeléctricas. A raíz de este efecto, se producen mayores beneficios ambientales lo cual ayuda a la Argentina en la contribución comprometida sobre el acuerdo al cambio climático.

En este sentido, en Argentina, el avance hacia las tecnologías descritas, tiene un gran camino por recorrer, y no es menor esta aclaración, cuando se han esbozado muchos argumentos para la elaboración de la legislación nacional, así como la aplicación de dichas normas en un contexto donde los ciudadanos de esta Nación se encuentran en un proceso de aprendizaje y aceptación sobre la necesidad de que un cambio de pensamiento es imprescindible para lograr un mejor futuro.

Cabe indicar que las normativas aprobadas en estos últimos 15 años sobre eficiencia energética, generación distribuida y energías renovables, no han logrado hacer mella en el espíritu del pensamiento de los argentinos, que tiende a ignorar muchas de las enseñanzas que, mediante cursos, charlas, publicidad oficial y programas educativos, ha tenido como prioridad el cambio esperado de paradigma que otras naciones extranjeras ya han incorporado a su modo de vida.

Pero no todo corresponde al quehacer ciudadano, también la responsabilidad del gobierno en el seguimiento y cumplimiento de las normativas ha tenido sus debilidades y esto ha causado que, muchas de las iniciativas importantes no vieran su aplicación o lo hicieran parcialmente, incluso en el mismo ámbito público. Es por tanto imperioso asumir el verdadero compromiso el cual Argentina acordó, años atrás, con la Comisión de Cambio Climático, pero más aún, sería imperativo que dicho compromiso lo llevara a la práctica cada ciudadano de este país para formar parte de una consciencia colectiva que permita a la Nación mejorar su situación actual y construir, para las generaciones futuras un mejor hábitat donde toda la sociedad puede gozar de un ambiente limpio, con conciencia plena acerca del uso racional y eficiente de la energía.

En un trabajo (Maani et. al., 2013, p.735) relacionado a la contribución de la generación distribuida en el que se evaluó la penetración de la misma en una red local se obtuvieron interesantes conclusiones. Dicho análisis, basado en la red de distribución de Irán, concluyó que con un grado de penetración de 6,8% de GD basada en sistemas de cogeneración o CHP (Combined Heat and Power), se lograba disminuir los costos de pérdidas de distribución en un porcentaje alrededor del 77%.



Figura 30. Ejemplo de equipo de cogeneración. Fuente: [www.schmitt-enerotec.com](http://www.schmitt-enerotec.com)

En una posterior investigación, Al-Maghalseh (2018) cita a (McKenna, Pless y Darby, 2018, párr.6) sobre el impacto de la generación distribuida, basado en un estudio realizado en 302 hogares que participaron en un proyecto de red inteligente del Reino Unido. Se descubrió que “la generación fotovoltaica puede suministrar el 45% del autoconsumo. Esto ha resultado en una disminución de la demanda anual promedio de electricidad de la red que equivale a una reducción del 24 por ciento.” Esto equivale a una reducción en la red del mismo porcentaje anual en la circulación de energía, lo cual trae alivio al sistema, al no generarse sobrecarga en el mismo. También aumenta la estabilidad de la red, al evitar cortocircuitos y por ende pérdida de suministro. Adicionalmente, se genera un aumento en la vida útil de los equipos actuadores en la red lo que reduce la frecuencia de recambio de los mismos y por ende se prorrogan los plazos de inversión.

## **Eficiencia en iluminación**

Otro de los temas que posee una importante atención de las empresas de distribución y de los gobiernos es la reducción en el consumo de la iluminación, tanto pública como privada. Si bien, desde la aparición de las lámparas de bajo consumo (CFL) las campañas oficiales y la publicidad mantuvieron su objetivo de mostrar al consumidor las bondades económicas y medioambientales de esta tecnología y el conveniente reemplazo de las lámparas incandescentes por esta última, no fue hasta la aparición y proliferación de las lámparas led que ocurrió una escalada sin precedentes que marcó, en el sector de la iluminación, un cambio sustancial en el aprovechamiento de la energía.



La historia del led posee grandes descubrimientos hasta llegar a lo que hoy se conoce. Los primeros avances muestran que la electroluminiscencia en las uniones p-n conocida como el efecto Losev fue notada por primera vez por el ingeniero soviético Oleg Vladimirovich Losev en 1922 cuando creó una fuente de emisión de luz azul a partir de puntos de contacto de diodos de carborundum.

En 1962, Holonyak, N. Jr., creó el primer LED práctico o el LED de GaAsP visible-rojo en los laboratorios de General Electric, Syracuse, New York, EEUU. Desde entonces la tecnología LED del inglés light-emitting diode, (diodo emisor de luz) siguió en constante evolución. En 1967 aparecen los primeros displays.<sup>128</sup>

Actualmente la tecnología led es utilizada prácticamente en todos los electrodomésticos, artefactos de iluminación para el hogar, comercio, industria tanto interior como exterior, vía pública, como así también en el sector automotriz. Su evolución tanto en eficiencia como a escala de aplicaciones lo ha convertido en el sustituto de las lámparas convencionales. En este sentido y a partir del decreto 140/2007, se inició un proceso de recambio de luminarias acompañado por la ley 26473<sup>129</sup> la cual prohíbe, a partir del año 2010, la comercialización de lámparas incandescentes. Este fue un paso relevante en concepto de eficiencia energética, que tuvo importante aceptación en la sociedad e instó al sector industrial a actualizar su cadena productiva y desarrollar nuevas capacidades para satisfacer el inminente escenario. En este sentido se le dió un mayor impulso al etiquetado, a fin de que el consumidor tuviera conocimiento de la eficiencia del producto que adquiriría.

En relación a la obligatoriedad del etiquetado, el mismo surge en el año 1999 como iniciativa de la ex Secretaría de Industria, Comercio y Minería. Este organismo estableció por medio de la resolución N° 319/99 la obligatoriedad de la etiqueta de eficiencia energética (EEE) en artefactos eléctricos de uso doméstico a saber: heladeras, lavarropas eléctricos, aires acondicionados y artefactos de iluminación. A su vez, determinó que estos productos deben ir acompañados por una ficha informativa que amplíe los puntos de la etiqueta.<sup>130</sup>

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] lleva adelante la tarea de desarrollar las normas para la regulación de los estándares de calidad en nuestro país.

Algunos estándares de electrodomésticos (Paisan, 2016):

- Aparatos para refrigeración domésticos. IRAM 2404-3:1998. Resolución 2005. Mep: clase B (2013) 1 y 2 fríos / (2014 congeladores)
- Acondicionadores de aire. IRAM 62406:2007
- Lámparas incandescentes IRAM 62404-1:2005
- Lámparas fluorescentes. IRAM 62404-2:2006. Disposición (2007)
- Motores de inducción trifásicos. IRAM 62405:2010/12

---

<sup>128</sup> Los visualizadores o displays en inglés son dispositivos formados por arreglos de led para mostrar información útil para el usuario.

<sup>129</sup> Publicada en el Boletín Oficial el 21 de enero de 2009. "Prohibese a partir del 31 de diciembre de 2010, la importación y comercialización de lámparas incandescentes de uso residencial general en todo el territorio de la República Argentina."

<sup>130</sup> Más información en <http://www.eficienciaenergetica.org.ar/quees.asp?id=que> [último acceso julio 2019].

Las normativas más recientes (2016-2017) afectan los siguientes electrodomésticos:

- Lavavajillas (IRAM 2294-3);
- Hornos eléctricos, ya sean empotrables o portátiles (IRAM 62414-1 e IRAM 62414-2);
- Ventiladores de pie y pared (IRAM 62480);
- Ventiladores de techo (IRAM 62481).

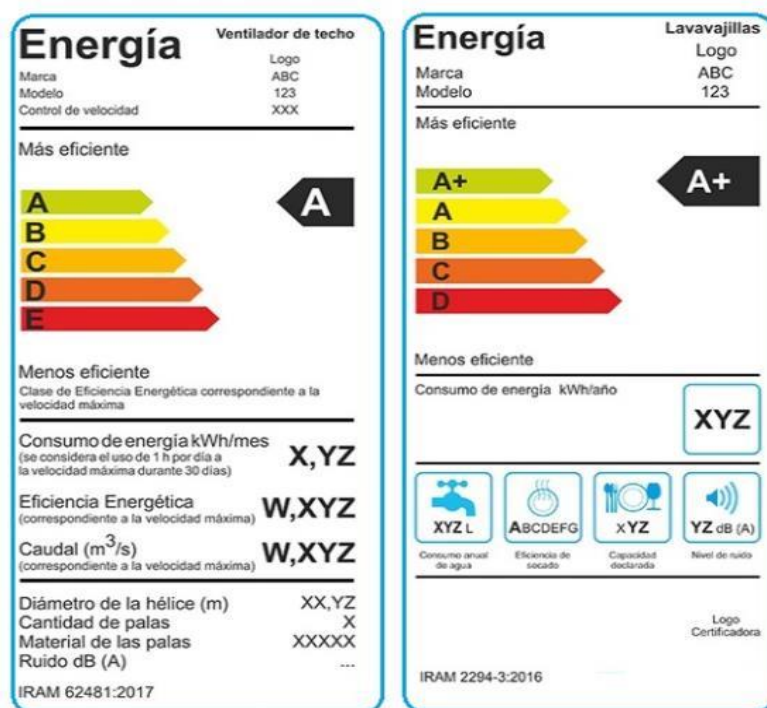


Figura 31. Etiquetado de ventiladores de techo y lavavajillas. (IRAM)

En una etapa, donde las tarifas de los servicios públicos han aumentado en gran proporción respecto de la década pasada, el etiquetado ha demostrado ser una guía decisoria al momento de la adquisición de electrodomésticos y ha ayudado a mejorar la eficiencia, tanto en el sector residencial como industrial y comercial.

En un mundo en constante cambio, la tecnología en iluminación continúa con un ritmo evolutivo acelerado. Esto se ve reflejado en la tecnología LED, cuyo ingreso en el mercado argentino, fue en un principio incipiente por el alto costo de las unidades y la poca disponibilidad de stock. No obstante, la importación de las mismas y las iniciativas nacionales del sector industrial comenzaron a aumentar la inserción de dicha tecnología en el mercado local. Esto generó un aumento, tanto en la variedad como en las aplicaciones de las lámparas y redujo paulatinamente los costos. Sin embargo, la industria nacional necesitaba de incentivos<sup>131</sup> a fin de competir con los productos importados y, por otro lado, la necesidad de reducir el consumo en iluminación, hizo que el Legislativo Nacional

<sup>131</sup> El programa PRONURE primero y luego el PLAE, fomentaron la instalación en municipios de todo el país de nuevas y eficientes luminarias.

comenzara a esgrimir una nueva normativa que permita estimular el uso de iluminación de alta eficiencia.

Fue así que a finales de 2018 se sancionó la ley 27492<sup>132</sup>, que prohíbe la producción, importación y comercialización de lámparas halógenas en todos sus tipos e impulsó la importación de tecnología de iluminación de alta eficiencia, al mejorar las condiciones de ingreso al país de dicha tecnología y de sus respectivos componentes, a fin de promover la producción y comercialización dentro del territorio nacional.

Si bien el próximo paso es la prohibición de las lámparas fluorescentes compactas, y la prevalencia de la tecnología LED, la oferta y demanda de ésta última ha experimentado un aumento considerable en los últimos años, lo cual ha desplazado de manera natural, un porcentaje no menor del parque de iluminación de LCF y halógenas.

Cabe destacar que el ahorro energético de una lámpara LED respecto de las incandescentes ronda el 90% (Furfaro, 2017). En lo que respecta a las lámparas halógenas este ahorro es del 81% y del 46% frente a las fluorescentes compactas de bajo consumo.

Es así como en los últimos años, el sector residencial ha incrementado el consumo de las lámparas de mayor eficiencia llámese LCF y/o LED a la vista no solo de su menor consumo sino también de una mayor vida útil.



**Figura 32.** Eficiencia energética de las tecnologías de iluminación doméstica ([www.iluminacionalve.com](http://www.iluminacionalve.com))

Al mirar lo que ocurre en el alumbrado público, las equivalencias muestran un ahorro de alrededor del 50% si se utiliza tecnología led de acuerdo a los valores de la siguiente tabla. Cabe mencionar que muchas localidades de nuestro país aún poseen iluminación a base de lámparas de mercurio y/o sodio. Hay que tener en cuenta que no todos los municipios están en condiciones de afrontar los costos que conlleva el recambio de luminarias, si bien

---

<sup>132</sup> Esta nueva normativa, publicada en el Boletín Oficial el 8 de enero de 2019, modifica la ley 26473 y en su artículo 3 habilita al PEN a dictar medidas que faciliten la importación de insumos, componentes y/o equipamiento para la producción de lámparas LCF y LED a su vez que incentiva la reducción de gravámenes y tributos de importación.

en los últimos años el gobierno, mediante diferentes programas<sup>133</sup> de ayuda a los mismos, incentivó el recambio de luminarias tradicionales por tecnologías de alta eficiencia.

Sustitución de lámparas	Convencional	LED	Marca
vapor de mercurio + balasto	400W	120W-150W	OSRAM
vapor de sodio + balasto	250W	120W	OSRAM
vapor de sodio + balasto	400W	200W	OSRAM

Tabla 5. Equivalencias para el recambio de luminarias de alumbrado público. Fuente OSRAM

En un trabajo de investigación presentado por Deco (2013) se analizó el recambio de luminarias en la ciudad de Rosario. Por ese entonces el proyecto tenía como objetivo la sustitución de lámparas de vapor de mercurio (400W y 250W) por vapor de sodio (250W y 150W respectivamente) y también las incandescentes que había en ese momento.

Se plantearon diferentes escenarios de análisis a saber:

- Sin recambio de lámparas
- Recambio de solo lámparas incandescentes
- Recambio total de lámparas

En el siguiente cuadro se muestran los resultados obtenidos:

	Sin recambio	Solo incand.	Con recambio
Aumento de potencia	24,84 %	24,97 %	7,82 %
Aumento de lámparas	33,05 %	43,53 %	43,53 %
Energía anual	76,74 Gw-h	77,55 Gw-h	66,89 Gw-h
Parque lumínico	76.171	82.175	82.175

Tabla 6. Resultados de los distintos escenarios propuestos (Deco, 2013)

Los resultados de dicha investigación demostraron la conveniencia técnica y económica de la sustitución de lámparas de baja eficiencia, así como también el recambio de artefactos de iluminación ineficientes por otros con mejores desempeños.

Se observa que, de los datos relevados y de las tablas de equivalencia, puede afirmarse que el recambio de lámparas tradicionales por tecnología LED, genera un ahorro estimado del 50% en la potencia instalada. Este ahorro, debe ser contabilizado como una inversión a mediano y largo plazo, y constituir una señal de eficiencia que se afiance y sirva de ejemplo también en otros ámbitos de la administración de los recursos energéticos de la comunidad.

---

<sup>133</sup> El programa PRONURE y luego el PLAEE, financiaron muchas de las obras de recambio de luminarias en diferentes municipios de todo el país.

## Implementación de smart-meters (medidores inteligentes)

Estos dispositivos forman parte indispensable en el diseño de las redes inteligentes ya que permiten la comunicación entre el usuario y el prestador de servicio local, además de brindar la capacidad de medir, contabilizar y comunicar, en cada franja horaria el valor de la energía consumida, lo que ayuda al usuario a tomar decisiones acerca del momento adecuado para el uso de ciertos electrodomésticos y disminuir así el costo final de su factura. En algunas bibliografías, estos dispositivos se asocian con un tipo de arquitectura denominada AMI (Advanced Metering Infrastructure)<sup>134</sup>, lo que traducido al español sería: Infraestructura Avanzada de Medición.

Las AMI proveen la infraestructura necesaria para que los hogares, mediante el uso de medidores inteligentes, se beneficien de la realimentación de datos con el objetivo de evaluar el consumo y promover los mecanismos de ahorro de energía basados, además, en cambios de conducta, como más adelante se tratará.

Es importante reflexionar sobre el uso de los medidores inteligentes. Existe en parte la creencia que el solo hecho de implementar en un hogar esta tecnología permite a sus habitantes mejorar el consumo energético. Esta afirmación es poco certera ya que, como se observó en los estudios precedentes, lo que realmente mejora el uso de la energía es el interés de las personas por embarcarse en tal objetivo. Pero dicho interés o inquietud por ser mejor administrador de la energía de un hogar, por ejemplo, no se da de manera espontánea en la mayoría de los casos, sino que debe haber un incentivo que lo motorice.

Por otro lado, aquel ciudadano que posee un comportamiento ligado a un uso racional de la energía tendrá mayores posibilidades de mejorar aún más sus consumos que aquel que no tiene esa empatía y solo acepta la instalación de dicho medidor a los efectos de una mejora tecnológica o por obligación de una normativa vigente. En consecuencia, la instalación de medidores inteligentes debe ir acompañada de una capacitación y concientización de los usuarios antes y después de su implementación a fin de lograr un cambio en los hábitos de consumo, de lo contrario solo se reducirá a una simple mejora del hardware de medición sin ningún efecto evolutivo.

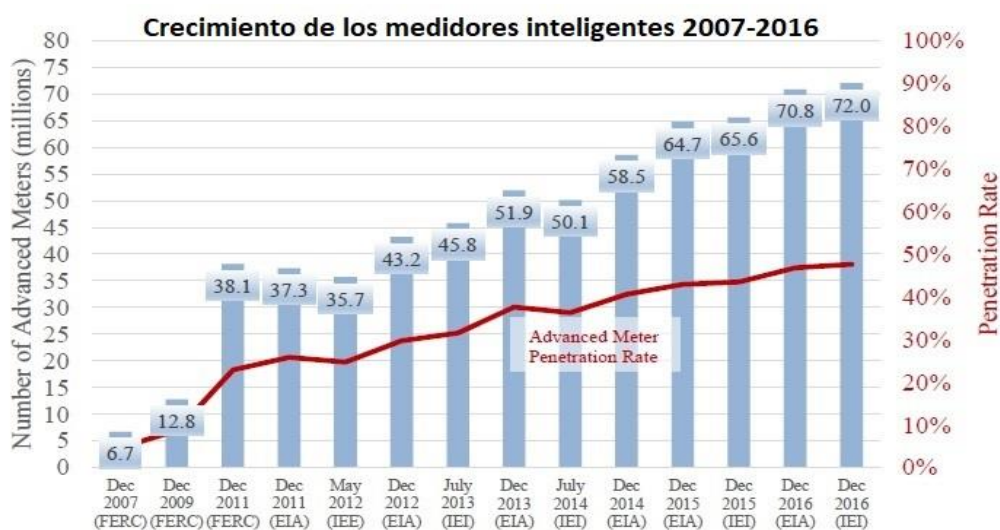
Ehrhardt-Martinez (2010, p.6) indica que en un relevamiento realizado por la FERC (2008)<sup>135</sup> a cooperativas eléctricas, instalaciones privadas, distribuidoras locales y federales, a diciembre de 2008, se encontró que el 4,7% de los medidores en el sector residencial eran inteligentes o avanzados en los EEUU. Esto equivale a unos 5.8 millones de aparatos lo cual indica un importante interés por el monitoreo de la energía consumida.

Un estudio más reciente de la FERC (2018, p.4) indica que para el año 2016 se alcanzó el 46,8% de penetración de medidores inteligentes en los EEUU. La cantidad de dichos medidores asciende a 70.8 millones sobre un total país de 151.3 millones.

---

<sup>134</sup> La infraestructura de medición avanzada o AMI generalmente se refiere al sistema completo de medición y recolección que incluye medidores en el sitio del cliente, redes de comunicación entre el cliente y un proveedor de servicios, como una empresa de servicios de electricidad, gas o agua, y sistemas de recepción y gestión de datos que ponen la información a disposición del proveedor de servicios.

<sup>135</sup> Federal Energy Regulatory Commission. Según el concepto de esta comisión reguladora federal de EEUU, un medidor inteligente es un sistema de medición que releva el consumo del cliente con frecuencia de horas o menor y provee información que se transmite a través de una red de comunicación a un punto de concentración.



**Figura 33.** Evolución de la penetración de medidores inteligentes en el territorio de EE.UU. Fuente FERC

En el mismo informe se observa que el sector residencial y comercial fueron los de mayor participación en la incorporación de dicha tecnología.

La siguiente tabla muestra los resultados según diferentes regiones del país.

**Penetración de medidores inteligentes por sector y región del país**

Region	Customer Class			
	Residential	Commercial	Industrial	All Classes
AK	30.8%	17.5%	10.4%	28.7%
FRCC	56.9%	62.2%	72.2%	57.6%
HI	6.2%	7.2%	16.1%	6.3%
MRO	22.4%	19.0%	26.9%	22.0%
NPCC	10.1%	9.1%	11.9%	10.0%
RF	44.4%	37.7%	29.8%	43.6%
SERC	43.8%	41.6%	37.8%	43.5%
SPP RE	58.6%	53.9%	51.1%	57.8%
Texas RE	86.1%	85.8%	58.0%	85.9%
WECC	60.6%	59.9%	44.9%	60.4%
Unspecified	34.7%	32.3%	27.8%	34.4%
<b>All Regions</b>	<b>47.1%</b>	<b>44.8%</b>	<b>40.5%</b>	<b>46.8%</b>

**Figura 34.** Penetración de medidores inteligentes por sector y región en los Estados Unidos. Fuente FERC 2018.

Con el uso eficiente de los medidores inteligentes, el consumo de energía disminuye, sin embargo, es importante remarcar que, la sola instalación de éstos no implica una mejora de la eficiencia.

Es importante aclarar que muchas distribuidoras en EEUU instalan los medidores inteligentes para su propio beneficio, para la mejora de la operación del sistema, sin promover la eficiencia en el uso del consumidor final sino como medio de supervisar y controlar las tarifas y cortes del servicio. En este sentido Ehrhardt (et al, 2010, p.16) manifiesta que “las iniciativas avanzadas de medición están siendo impulsadas por problemas operativos de servicios públicos en lugar de preocupaciones relacionadas con la gestión de energía en el hogar.” Esto es una señal que reduce la motivación en los consumidores finales, en particular en los residenciales, a lograr interés por el ahorro energético ya que ellos no reciben una realimentación de los datos de consumo y no forman parte activa de los planes de las distribuidoras.

Por otro lado, el potencial de tales aparatos posibilita automatizar completamente una casa y monitorear los consumos de los artefactos y lugares de estar, mediante pantallas e interfaces que se comunican con los medidores inteligentes, y permiten así, disminuir los consumos en el hogar. Al respecto la ACEEE<sup>136</sup>, en su portal de internet, asegura que:

Las AMI producen datos que pueden permitir y capacitar a los clientes a fin de identificar oportunidades para reducir su uso de energía y seguir los resultados de dichos cambios.... Si este conocimiento se combina con información práctica sobre cómo reducir el uso de energía, esto puede ayudarlos a realizar cambios en su comportamiento para ahorrar energía y, a su vez, dinero.

Ehrhardt-Martinez (2010, p.51) cita a Darby (2006) quien afirmó que: “Una pantalla instantánea y de fácil acceso puede proporcionar al consumidor información adecuada sobre los diferentes usos finales, al mostrar el aumento del consumo cuando se enciende... el tostador.” Se estima que los ahorros potenciales pueden estar en el rango de 10-20%.



**Figura 35.** Esquemas de monitoreo de consumos de energía con integración de todos los electrodomésticos al sistema. Fuente: Ehrhardt-Martinez (2010).

---

<sup>136</sup> American Council for an Energy-Efficient Economy (Consejo Americano para una Economía Energéticamente Eficiente). Se trata de una organización sin fines de lucro que trabaja en políticas, programas, tecnologías, inversiones y comportamientos de eficiencia energética para los EEUU con el objetivo de alcanzar la prosperidad económica, la seguridad energética y un medioambiente saludable. Más información en <http://aceee.org/>.

Un proyecto desarrollado en Italia por la firma e-Distribuzione denominado Smart Info +, está dedicado a clientes residenciales y comerciales con suministro eléctrico en baja tensión. El objetivo de este programa está vinculado a lograr la eficiencia energética al asegurar la claridad del consumo de electricidad. Para tal fin, los clientes involucrados reciben un kit de monitoreo que les permite informarse de sus hábitos de consumo eléctrico y en consecuencia poder modificarlos.

Uno de los lugares donde se ha aplicado este programa es en la región de Puglia a través de Puglia Active Network<sup>137</sup>. En su página web<sup>138</sup> el portal indica que:

“El kit es simple de instalar y no requiere la intervención de técnicos especializados, solo se debe conectar el dispositivo Smart Info+ a cualquier toma de corriente en el hogar para que el dispositivo comience a recibir los datos del medidor electrónico”.

En otra instancia, estudios más recientes (Mckerracher & Torriti, 2012), indican que el uso de displays o pantallas conectados a medidores inteligentes logran reducir entre un 6-10% el consumo energético. Se ha demostrado que el valor agregado en la reducción del consumo de energía se basa, según las investigaciones mencionadas, en la implementación por parte de las empresas prestadoras, cooperativas y entidades federales, de mecanismos de realimentación de la información, tal que le brinden al consumidor los datos necesarios tal que le permita tomar decisiones acerca de cómo administrar el uso de sus instalaciones y aparatos del hogar. Algunos de estos mecanismos de realimentación se corresponden con medidas indirectas como la facturación más detallada, frecuente y precisa, portales en internet, o las ya mencionadas pantallas y/o la lectura directa de los medidores inteligentes. En consecuencia, toda aquella herramienta que posibilite ver en tiempo real y de manera simple (Darby, 2006a, p.3), el consumo de un hogar, permitirá un cambio más eficiente de hábitos en el uso de la energía. Para esto se deben promover políticas que incentiven al consumidor en el uso de estas herramientas a fin de familiarizarlos con las mismas y lograr giros sustanciales de conducta.

“La literatura del campo de la salud pública respalda la noción de que las personas deben pasar por diferentes etapas antes de realizar cambios duraderos en su comportamiento” (Darby, 2015b, p.22).

El trabajo realizado por Mckerracher (et al. 2012) incluyó el análisis de diferentes autores, los cuales evaluaron el impacto de los medidores inteligentes y los displays en muestras de consumidores de diferentes tamaños y en épocas y plazos heterogéneos. Esto permitió extraer algunas observaciones preliminares. En este sentido, los autores mencionan un estudio realizado por ACEEE que encuentra ahorros del 11,6% para muestras de menos de 100 participantes y de 6,6% para estudios más grandes (más de 100 participantes), lo que lleva a concluir que los “programas de retroalimentación a gran escala también tienen más probabilidades de experimentar ahorros más modestos.” Por otro lado, Mckerracher (et al. 2012, p.10) cita a Fischer (2008) quien afirma que la duración en la observación de

---

<sup>137</sup> La iniciativa Smart Info + Puglia Active Network ha estado activa desde 2016 como parte del proyecto NER300 Puglia *Active Network*, promovido por la Comunidad Europea y apoyado por el Ministerio de Medio Ambiente y Protección del Territorio y el Mar con el objetivo de conectar pequeños municipios Puglia con un sistema eléctrico innovador y altamente eficiente.

<sup>138</sup> Más información en <https://www.e-distribuzione.it/it/progetti-e-innovazioni/smart-info--0.html>.



la muestra, indica que no hay indicios claros de que los proyectos a largo plazo proporcionen mayores ahorros (iniciales) que los a corto plazo.

Puede inferirse que el uso de medidores inteligentes junto con los displays de visualización conforma el puntapié inicial de la red inteligente (smart grid) en una ciudad. Estos pequeños aparatos no solo logran informar al consumidor acerca de sus consumos, sino que, interconectados al centro de comunicación de la empresa local de distribución, permiten un diálogo bidireccional, con importantes potencialidades en la optimización de la matriz como, por ejemplo, aliviar la carga en el tendido eléctrico y disminuir los cortes, entre otros beneficios mencionados en el capítulo correspondiente del presente trabajo.

De la observación de los estudios e investigaciones realizados se desprende que, el comportamiento humano, independiente de las tecnologías involucradas en los procesos mencionados, juega un rol fundamental en el desempeño y la evolución de la matriz energética de un país.

En consecuencia, de las investigaciones presentadas, es oportuno en este punto reflexionar que, el empobrecimiento o riqueza energética de una nación, será entonces el producto de las decisiones que, tanto la oferta como la demanda, estén dispuestos a comprometerse en dicho ámbito. En referencia a la oferta, no solo las empresas<sup>139</sup> de servicios públicos se encuentran involucradas en el compromiso de promover un uso racional de la energía, de ese lado también aparece el Estado, principal representante de los compromisos con la comunidad, a fin de garantizar la seguridad, cuidado y responsable administración de los recursos energéticos. En tal sentido, es propicio incentivar programas de educación a fin de lograr una concientización del ciudadano por el uso responsable de la energía. Si bien en el mundo de hoy se vivencia una continua evolución tecnológica que permite al ser humano conectarse cada día más con las variables de su entorno y tomar decisiones en base a la información recibida, no debe caerse en la falsa creencia que la tecnología hará todo por el hombre. En esta instancia de la historia, y con cambios que involucran responsabilidad frente al medio ambiente, la economía nacional y familiar, y las carencias en infraestructuras, se genera un escenario en el cual los hogares tendrán una participación decisiva en el control de la información, es por eso que la educación, en el uso responsable y eficiente de la energía, debe primar por encima de cualquier tecnología de turno.

*Una persona educada en los valores del cuidado de la energía podrá lograr un uso superior de las tecnologías que aquella que solo apuesta por el buen desempeño de un aparato de medición.*

## **Educación, comportamiento y ahorro energético**

Los programas de educación y concientización en el uso racional de la energía juegan un rol fundamental para el éxito de la implementación de mejoras tecnológicas como las

---

<sup>139</sup> La ACEEE menciona que la tecnología de medición avanzada -llámese medidores inteligentes y displays- puede ser más efectiva para cambiar el comportamiento del cliente y el uso de la energía cuando las empresas de servicios públicos lo combinan con marketing apropiado, incentivos y otros servicios al cliente como la educación. Las ciencias sociales y la investigación de mercado pueden guiar los programas de medición y aumentar los ahorros que logran.

mencionadas en este capítulo. Las investigaciones demuestran que la mejora de las condiciones térmicas de una casa al aplicar productos eficientes y tecnología innovadora no es suficiente si esto no va acompañado de cambios en los patrones de comportamiento de los residentes (Nahmens y Joukar, 2014). Corresponde aclarar que el ciudadano logra comprender el funcionamiento de los recursos cuando existe un compromiso de las instituciones por transmitir los conceptos que involucran ahorro, eficiencia, medioambiente y economía del hogar entre otros, y esto se aplica a todos los sectores de la sociedad ya que en mayor o menor escala se relacionan, usan y administran una parte de la energía consumida en un país.

En este punto cabe aclarar las diferencias entre conservación de la energía y eficiencia energética. Ambos implican una reducción en el consumo de energía, pero de maneras conceptualmente distintas:

- **Conservación de la Energía:** Implica un menor uso de energía, y naturalmente una modificación en los hábitos de consumo (apagar luces, utilizar equipos de aire acondicionado a mayores temperaturas y de calefacción a menores).
- **Eficiencia Energética:** Significa utilizar la energía “más eficientemente” sin afectar el nivel de confort y seguridad de las personas y de desempeño de los artefactos. Requiere de un cambio de tecnología: lámparas, que provean la misma calidad de luz, pero consumiendo menor potencia, es decir más eficientes; los equipos de aire acondicionado, que brinden el mismo nivel de confort, pero con un menor consumo.

En Argentina, diversos programas<sup>140</sup> del gobierno nacional, promovidos por las áreas competentes, impulsaron cambios en el uso de la iluminación, capacitaciones en industrias y cámaras empresariales, conducción eficiente, y diversas charlas a lo largo del país. Cada una de estas iniciativas fue destinada a mejorar un aspecto común en la vida cotidiana de la sociedad, el uso responsable de la energía.

En tanto, cabe destacar que, en el ámbito provincial, el gobierno de Santa Fe ha creado el programa *Educación Energética* cuya misión entre otros alcances es:

...llevar adelante políticas de transformación de largo plazo que apunten a la adopción de pautas de consumo y producción conscientes y respetuosos del ambiente. Generando al mismo tiempo en los ciudadanos valores, comportamientos y actitudes sustentables, relacionadas con la responsabilidad en un uso consciente y racional de la energía, motivado por la contribución al cuidado del ambiente y por el logro de una mejor calidad de vida.

---

<sup>140</sup> Programas de recambio de luminarias como PRONUREE<sup>41</sup> (2007) y luego PLAE (2017) tuvieron y tienen como objetivo mejorar el consumo de la energía para iluminación mediante el reemplazo de luminarias tradicionales por otras de mayor eficiencia. El programa PLAE tiene como principal objetivo el recambio de luminarias existentes por equipos más eficientes de tecnología LED en la vía pública, tanto en municipios como en rutas provinciales. En otro aspecto, el Programa Transporte Inteligente tiene como objetivo alcanzar ahorros de combustible y mejorar la eficiencia energética en el sector del transporte carretero. Algunos resultados muestran ahorros promedio por flota de hasta 7% llegando a 27% en algunos vehículos. Entre las medidas adoptadas por los participantes, se destacan conducción eficiente y control de ralentí, ambas relacionadas con cambios de conducta y que tienen un alto impacto en el consumo de combustible y bajo costo de implementación. Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/lanzamiento-de-la-segunda-etapa-del-programa-transporte-inteligente> [acceso 09.11.2019]

Actualmente muchos países han realizado un cambio de visión en lo que respecta a la administración de la energía. Dicho giro está relacionado con una mirada integral de los actores que forman parte de la matriz eléctrica, la oferta y la demanda. La demanda tiene un rol cada vez más importante en las decisiones del sector y la aparición de los medidores inteligentes ha sido un claro ejemplo de la necesidad de un cambio de paradigma en la supervisión y control de la energía consumida.

Ehrhardt-Martinez, Donnelly y Leitner (2010b, p.V) citan a Nolan (2008) y a Schultz (2007) acerca de una investigación que sugiere que el uso de normas sociales puede resultar en ahorros energéticos residenciales del 5,7-10%.

Diferentes trabajos de campo, a lo largo de los años, han observado el comportamiento de los consumidores y sus hábitos en el uso de la energía, tal es el caso del análisis que Fischer (2008) realiza sobre el impacto en la realimentación de los datos de consumo de diferentes muestras de usuarios. En dicha investigación, el autor manifiesta que, “los efectos persistentes<sup>141</sup> serían más probables si la retroalimentación se da durante un tiempo más largo, ya que pueden formarse nuevos hábitos durante ese tiempo” (p. 85). De esto se desprende que existe la necesidad de políticas de interacción entre los consumidores, el estado y las empresas de distribución de energía que favorezcan el desarrollo de una “conciencia energética”.

En la misma línea de investigación, Fischer (2008) habla acerca de los resultados de la realimentación:

...la retroalimentación estimula el ahorro de energía (específicamente en electricidad). No todos los estudios discuten los ahorros reales; pero aquellos que lo hacen, generalmente encuentran ahorros que van desde 1.1% hasta más del 20%. Los ahorros usuales son entre 5 y 12% (p. 87).

En otro estudio Dahlbom, Egmond, Greer, Jonkers (2009a) afirman que:

Podemos reducir nuestro consumo de energía utilizándola de manera más eficiente, invirtiendo en equipamiento doméstico energéticamente eficiente y en medidas de ahorro energético, así como adoptando un estilo de vida más sostenible con respecto al uso de la energía, es decir, cambiando nuestro comportamiento (p. 6).

Una investigación preliminar acerca del uso de la energía por parte del consumidor sugiere que los cambios de comportamiento hacia objetivos de eficiencia ofrecen reducciones potenciales del 20-25% de los niveles actuales de consumo de energía residencial durante quizás un período de 5-8 años dentro de los Estados Unidos. (Leitner et al., 2009a).

Por otro lado, un estudio más amplio que contempló el análisis de 17 tipos de acciones domésticas que pueden reducir considerablemente el consumo de energía al utilizar tecnología fácilmente disponible, a un costo bajo o cero, retornos de inversión atractivos, y

---

<sup>141</sup> El autor hace un análisis de como las políticas e incentivos tendientes a incluir al consumidor en la ecuación del ahorro de la energía, mediante por ejemplo la realimentación de los datos acerca del uso de dicho recurso, permite crear nuevos hábitos, al generar conciencia en las implicancias medioambientales, el estímulo a la conservación de la energía y el ahorro en la factura final, entre otros aspectos. Diferentes trabajos como el presente, intentan analizar formas de realimentación de los datos provenientes de la interacción de los consumidores, con el objetivo de mejorar la calidad del uso de la energía.

sin cambios apreciables en el estilo de vida sugiere que se puede lograr un 20% de reducción de consumo energético en un lapso de 10 años (Dietz, Gardner, Gilligan, Stern, and Vandenberg, 2009a).

Las investigaciones mencionadas auguran grandes desafíos para los gobiernos en cuyos planes se encuentre la promoción y el incentivo de la eficiencia energética, así como también prometen importantes y positivos resultados. Se ha comprobado que los programas de capacitación del ciudadano mediante políticas de participación en los grandes temas actuales, como el cuidado del medioambiente, la salud, el consumo energético y la economía del hogar, entre otros, ha generado mayor conciencia y aceptación de las soluciones propuestas para enfrentar los cambios que la sociedad requiere en vista de un nuevo escenario, tanto mundial como local, que involucra el cuidado de los recursos. Si bien, como se ha mencionado, la aplicación de ciertas medidas tecnológicas no asegura por sí misma la eficiencia energética del sector involucrado, la educación sumada al estímulo tecnológico y económico permiten dar el puntapié inicial para el logro de objetivos mayores.

En una investigación (Dietz, et al, 2009b) sobre los hábitos en el uso de la energía del sector residencial y sus emisiones, se afirma que:

Texto original en inglés:

Ample evidence demonstrates that the mere existence of economically attractive technologies or of a moderate price signal is not sufficient to induce widespread behavioral change.

Texto traducido en español:

Una amplia evidencia demuestra que la mera existencia de tecnologías económicamente atractivas o de una señal de precio moderada no es suficiente para inducir un cambio de comportamiento generalizado (p.548).

Para reafirmar estos conceptos, cabe recordar que la energía es un bien escaso que requiere de grandes inversiones para su generación, transmisión y distribución; por ende, el cuidado de la misma debe representar, en la agenda de todo gobierno, un objetivo fundamental en lo que respecta a su uso racional y eficiente. En este sentido es oportuno promover la instrumentación de un proyecto educativo a largo plazo (Dahlbom et al, 2009b) con motivo de afianzar cambios conductuales de la demanda. Es por esto que la capacitación debe iniciarse desde los niveles de educación primaria y continuarse a lo largo de toda la vida del ciudadano a fin de fortalecer la concientización de toda la sociedad a través de programas inclusivos en todos los sectores productivos de la nación. Esta noción se ve reflejada en una investigación de Duvall y Zint (2007) citada por Gill y Lang (2018) en la cual se afirma que:

Los programas de educación, que se dirigen a los estudiantes, incluidos los niños de edad primaria, tienen poco impacto en las decisiones de gestión en el hogar. Sin embargo, las evaluaciones de los programas de educación ambiental muestran que, si bien es modesto, existe la posibilidad de una influencia intergeneracional entre el niño y la familia (p.3).

Cabe señalar que, en su investigación, Gill (et al. 2018) afirma que: “Los niños tratados con educación ambiental en la escuela alientan a sus familias a participar en comportamientos pro-ambientales, incluidos los comportamientos de ahorro de energía, reciclaje y la disminución de los residuos domésticos” (pp.3-4). En dicho estudio, una de las tareas de efecto directo que se les impartía a los estudiantes era lograr un ahorro primario de energía mediante la reducción de cargas fantasmas, las cuales están formadas por todo aquel electrodoméstico, conectado a la red, aunque sin uso, es decir en modo de espera (stand-by). Se encontró que esto generaba una reducción del 8% del consumo diario promedio referido a la muestra de hogares analizada.

Estas investigaciones y trabajos de campo muestran la importancia de la educación temprana en la concientización del individuo acerca de los efectos de la conservación de la energía y los beneficios que esto trae al ser incorporados a la vida cotidiana. Cabe aclarar que la bibliografía relacionada al comportamiento humano y sus potencialidades de cambio para un uso eficiente de la energía es extensa. En ella se analizan distintos caminos para mejorar los hábitos de consumo a través de oportunidades de ahorro en la facturación y el control de los gastos.

Otro aspecto, no menos importante que los ya mencionados, y en relación directa con el gasto de energía, se basa en el análisis con que cuenta el consumidor a la hora de hacer el balance mensual. Esta herramienta, que es la factura, debería proveer un mecanismo (Ehrhardt-Martinez et al., 2009b, p.1), por el cual se tenga acceso a los detalles y patrones de consumo en diferentes horas del día a fin de tomar decisiones con vista al próximo período de facturación. Estas medidas sencillas, aunque indirectas de realimentación, contribuyen a mantener y mejorar los hábitos de ahorro.

En este punto es oportuno destacar que, los cambios en los hábitos de consumo de la energía también se verán afectados en diferente medida por la calidad y alcance de los incentivos que la legislación vigente, junto con los planes de las empresas proveedoras del servicio, promuevan en favor del cuidado medioambiental, mejoras educativas, sociales y económicas así como también el acceso a nuevas tecnologías<sup>142</sup> que acompañen y complementen el uso responsable de la energía. Por ende, el logro de una alta correlación entre estos factores, dependerá de las políticas implementadas y de su evolución en el largo plazo.

## **Eficiencia en equipos de calentamiento de agua**

Si bien hasta aquí se ha hecho una descripción de equipos que se valen de la energía eléctrica para su funcionamiento, merecen especial atención los equipos de calentamiento de agua por radiación solar los cuales ayudan en gran medida a la reducción del consumo energético de un hogar. En su forma de termotanques solares son equipos, que en los últimos años han tenido una inserción muy importante en la vida de los habitantes y que desempeñan un papel exclusivo a la hora de ahorrar costos y ser parte de un proyecto de eficiencia tanto sea dedicado al sector residencial, comercial, industrial o rural. Estos equipos se valen de materiales adecuados que transmiten el calor, hacia un reservorio de

---

<sup>142</sup> Llámese medidores inteligentes, displays y/o páginas web para el seguimiento de consumos, sensores y actuadores para supervisión y control de aparatos electrodomésticos, iluminación y control de cargas en general.

agua que hace las veces de termo. Esto permite, en algunas zonas, prescindir de un termo-tanque a gas o eléctrico.

En la siguiente figura se presenta, a modo de ejemplo, un equipo con una configuración típica actual para el calentamiento de agua. Es importante destacar la alta participación de empresas argentinas, en especial PYMES que, si bien muchas han desarrollado estos sistemas con antaño, una importante cantidad los comenzó a diseñar recientemente con motivo de auge de las energías renovables y el creciente aumento de la tarifa de servicios públicos que incentivó a los consumidores a optar por sistemas pasivos para autoabastecer sus necesidades energéticas.



**Figura 36.** En la imagen izquierda puede observarse un termo-tanque o colector solar comercial. Este equipo se coloca en general en los techos de las viviendas haciendo que el sol al calentar las varillas de un material absorbente, transmita dicho flujo al interior del tanque y caliente el agua en su interior. En la imagen derecha se observa un esquema que indica como fluye el calor en las distintas etapas del equipo. Fuente FIASA

Estos sistemas, generan ahorros de energía respecto de los calefones tradicionales de alrededor del 75% anual. En zonas de difícil acceso para la llegada de tendido eléctrico o líneas de gas natural, esta opción les brinda a los moradores del lugar un mayor confort que de otra manera tendría que suplirse con gas envasado o uso de leña.

La cantidad de calor necesaria para calentar 80 litros de agua desde 15° C a 50° C es 2.800kcal. En el equivalente eléctrico esto significa un ahorro diario de 3,25 kW-h o mensual de casi 100 kW-h (Rojo, 2009, p.174).

Por otra parte, en zonas urbanas, donde existe el tendido eléctrico y la red de gas natural, los termo-tanques solares pueden utilizarse en configuración con un termo-tanque tradicional, preferentemente con piloto eléctrico<sup>143</sup>. Este diseño permite aprovechar el agua caliente generada durante las horas de sol y así disminuir la frecuencia de encendido del tanque tradicional, lo que genera ahorros significativos de energía.

---

<sup>143</sup> Está comprobado que la llama del piloto en los termo-tanques y calefones tradicionales puede consumir hasta medio metro cúbico de gas por día, lo cual al cabo de un período de medición influirá de manera significativa en el valor final de la factura de gas. En consecuencia, y con la normativa de etiquetado muchas empresas comenzaron a diseñar y comercializar equipos sin piloto. El mechero enciende mediante un pulso eléctrico en el momento que se necesita calentar el agua.

Como bien es sabido, existen diversas calidades en cuanto a termo-tanque tradicional se trata. Algunas de las características en que se diferencian involucran los siguientes aspectos:

- Tipo de aislación. Esto constituye la parte fundamental para el ahorro de energía. Los equipos de mejor aislación poseen mayor eficiencia energética al conservar durante más tiempo el calor en su interior y disminuir así la frecuencia de encendido.
- Cantidad de litros que acumulan. Este parámetro no es menor ya que permite administrar la cantidad de agua a calentar en función de la frecuencia de uso, y en aplicaciones residenciales, la cantidad de habitantes por hogar.
- Etiquetado. La eficiencia energética es una variable que influye, en muchos consumidores, sobre la decisión acerca de uno u otro equipo, ya que brinda una idea sobre el consumo de energía versus la prestación.
- Garantía del fabricante. En general se prefiere que sea de varios años y con un servicio post venta con stock de repuestos nacionales a fin de tener soluciones a corto plazo frente a posibles desperfectos de la unidad.
- Precio. El parámetro no menos importante para la adquisición de cualquier producto.

Las tecnologías que aprovechan el sol como el medio para la concreción de un fin, no se limitan solo a proveer agua caliente, existen otras aplicaciones que utilizan las bondades del sol. En nuestro país, muchas comunidades andinas a través de la ayuda de ONGs<sup>144</sup> han logrado tener acceso a tecnologías basadas en principios básicos para el aprovechamiento del sol, a fin de satisfacer sus necesidades de baño, alimento, calefacción, riego y agua potable entre otros.

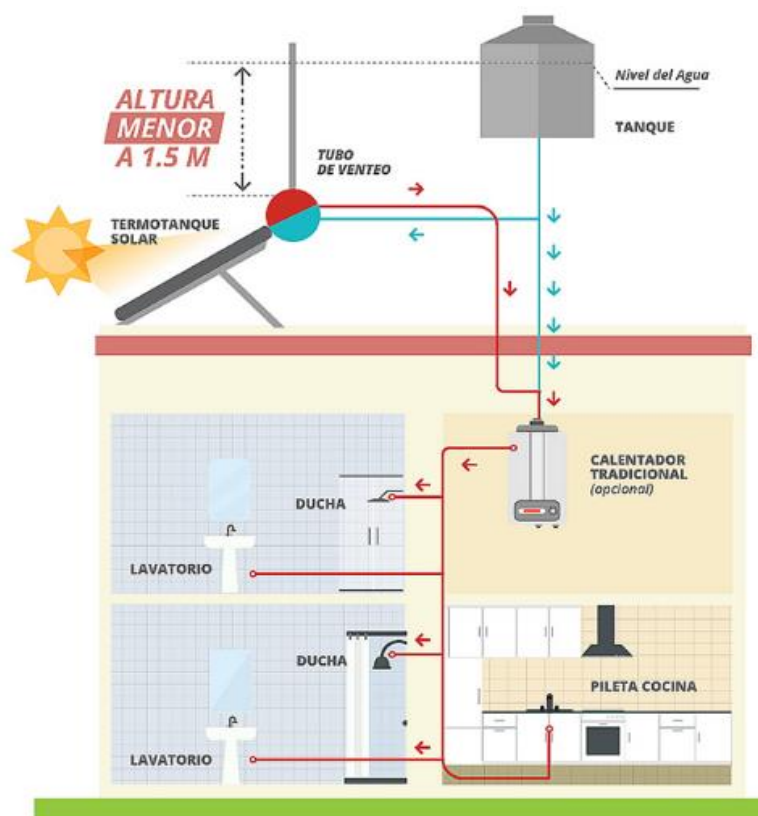
El aprovechamiento del sol derivó en diferentes usos a saber:

- Hornos solares de caja
- Cocinas solares parabólicas familiares
- Cocinas solares parabólicas comunitarias con hornos solares panaderos
- Deshidratador solar
- Captación de agua potable con bombeo solar
- Riego por goteo para cultivos andinos

A continuación, se presenta un ejemplo del uso de la configuración de diseño mencionada a fin de visualizar el potencial de esta tecnología:

---

<sup>144</sup> La Fundación EcoAndina difunde el concepto y marca «Pueblos Solares Andinos», comunidades que utilizan energía solar térmica para cocción de alimentos, agua caliente, calefacción de ambientes, captación de agua, etc.; y energía solar fotovoltaica para generación de energía eléctrica. En su portal de internet se encuentra la misión de la organización, cuyos objetivos abarcan: “instalar en los pueblos el empleo de la energía solar como opción energética limpia para minimizar los efectos producidos por la desertificación y preservar la biodiversidad. Otro objetivo es generar concientización ambiental y mejoras radicales en la calidad de vida sanitaria, alimenticia, económica y social de sus habitantes.” Más información en <https://www.ecoandina.org/proyectos/proyectos-rurales/pueblos-solares-andinos>



**Figura 37.** Esquema de instalación de termo-tanque solar como complemento del tanque tradicional. Fuente FIASA

Si bien esta configuración, como se mencionó, se sugiere para zonas con servicios de electricidad y/o gas natural puede utilizarse sin termo-tanque tradicional, lo cual dependerá de los consumos familiares, comerciales o industriales de acuerdo al sector al cual esté dedicado el sistema. Cabe remarcar que cada caso es particular y por ende cada sistema deberá ser dimensionado de acuerdo al alcance que cada usuario proponga en función de su consumo, autonomía deseada y costo.

### **Programa Plan sol en Casa – Salta**

Mediante el decreto 1000/2017 el gobierno de Salta aprobó el programa Plan Sol en Casa. Este programa cuenta con financiamiento del Fondo Provincial de Inversiones. La provincia de Salta ofrece créditos accesibles para la compra e instalación de termo-tanques/calefontes solares de uso domiciliario.

Cabe señalar que Salta tiene un gran potencial de generación de energía con fuentes renovables como lo es el sol. Presenta valores medios anuales de irradiación solar diaria entre 5 y 7,2 kWh/m<sup>2</sup>. Cuenta además con importantes recursos de biomasa e hidráulicos.

El gobierno de Salta, por medio del Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo sustentable, lanzó el 3 de julio de 2019 una convocatoria para la adquisición de calefontes



o termo-tanques solares. Los interesados deberán ser usuarios de la empresa distribuidora de energía eléctrica y podrán acceder a un crédito de hasta 45 mil pesos.



**Figura 38.** Fuente: <http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/convocan-a-interesados-en-adquirir-calefonos-o-termotanques-solares/65149>

## 10 Ciudad de análisis: Trenque Lauquen

### Compromiso con el medioambiente

Una potencial ciudad para el estudio de los consumos energéticos, es Trenque Lauquen, situada al oeste de la provincia de Buenos Aires, dicha ciudad ha desarrollado hace alrededor de tres décadas un programa surgido como proyecto entre las escuelas secundarias y la municipalidad cuyo propósito fue mejorar la calidad de vida de sus habitantes mediante el reciclado de sus residuos. Esto constituyó uno de los pilares en los cuales Trenque Lauquen, comenzaría su desarrollo como ciudad limpia y hacia la meta de un hábitat sustentable para todos sus habitantes. Como consecuencia de tales decisiones, la ciudad cuenta con una importante planta de reciclado que procesa los residuos provenientes de una separación racional por parte de sus habitantes, que se comprometieron en construir un mejor futuro para dicha ciudad.

Actualmente el municipio posee una dirección denominada EcoTrenque<sup>145</sup>, en cuyas razones de ser se encuentran las aspiraciones de los ciudadanos a saber:

- ✓ *la política ambiental y el cuidado de nuestro entorno es una premisa básica.*
- ✓ *creemos que el mejor legado que le podemos dejar a nuestros hijos es un ambiente sano, seguro y sustentable.*
- ✓ *nos proponemos recuperar la identidad de ciudad ecológica que nuestro pueblo portó en décadas anteriores.*

---

<sup>145</sup> <http://www.trenquelauquen.gov.ar/ecotrenque/> [acceso 09.07.2018]

- ✓ *desarrollamos un Polo Ambiental Integral que incluya el tratamiento de residuos, incorpore a la agenda lo concerniente a agroquímicos y que se revaloricen nuestros espacios verdes.*

## **Proyecto PROLIM**

Dentro de esta dirección se encuentra la administración de la planta de tratamiento de residuos PROLIM, cuya apertura data de septiembre de 1994<sup>146</sup>.

Los antecedentes de la planta, según el portal de la municipalidad, indican:

*El Proyecto PROLIM surgió como alternativa para el tratamiento de la basura en el distrito de Trenque Lauquen durante el gobierno Municipal del Dr. Jorge Barracchia a principios de los años 90. A contramano de la idiosincrasia de la época, su gobierno propuso y llevó adelante iniciativas que ubicaron al Estado Municipal en un rol activo y protagonista en la vida de los vecinos.*

Algunas características operativas y de equipamiento de la planta que se pueden encontrar en el portal de la municipalidad mencionan:

La planta de procesamiento de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se inauguró en septiembre de 1994, está ubicada en la zona este de la ciudad y ocupa un predio de 3,5 hectáreas, lindero a la Planta Municipal Depuradora de Líquidos Cloacales, a efectos de configurar un área de tratamiento integral de residuos urbanos (líquidos cloacales y sólidos domiciliarios/industriales). El predio destinado a tratamiento de residuos, consta de tres galpones cerrados, en los cuales se encuentra un trommel, una cinta de transporte de 12mts, cinco compactadoras-enfardadoras, contenedores de plásticos (varios), dos hornos de incineración, dos sanitarios (femeninos y masculinos) y un salón de usos múltiples. También presenta oficina de administración, criadero (establo) de lombrices californianas, galpón semi-cubierto de procesamiento de compost, boxes donde se acopian los fardos para su posterior comercialización.

Actualmente el PROLIM es coordinado por la Dirección de Residuos Sólidos Urbanos y depende de la recientemente creada Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

## **Características de la ciudad mencionadas en el portal web del municipio<sup>146</sup>**

El partido de Trenque Lauquen se encuentra ubicado en el oeste de la provincia de Buenos Aires, República Argentina, en latitud sur 35°.50' y longitud oeste 62°.44'. Está separada a una distancia de 459km de la Capital Federal pudiéndose llegar por ruta nacional N° 5.

El siguiente mapa muestra la ubicación del partido dentro de la provincia de Buenos Aires con referencia de rutas.

---

<sup>146</sup> Más información en <http://www.trenquelauquen.gov.ar/noticias/>



**Figura 39.** Ubicación geográfica de Trenque Lauquen. Fuente: Google Maps

La ciudad cabecera es Trenque Lauquen y en su territorio están contenidas, además, las localidades de 30 de Agosto, Beruti, Garré y Girodías, y pequeñas poblaciones rurales como La Carreta, La Porteña, Francisco Magnano y Francisco de Vitoria, entre otras.

El Distrito tiene 600 hectáreas urbanizadas y 400 de ellas corresponden a la ciudad cabecera, cuya principal característica es un trazado prolijo de amplias calles con rambla central, y gran cantidad de avenidas, plazas y parques, particularidad que establece una alta relación de espacios verdes por habitante.

“Trenque Lauquen” es una voz mapuche que se traduce como Laguna Redonda, y debe su nombre al espejo de agua dulce existente y que el Cacique Pincén utilizó para refrescar a su caballada.

La fundación de su ciudad principal se remonta al 12 de abril de 1876, con el avance de las Campañas al Desierto, un plan del Gobierno Nacional para “poblar” el denominado desierto.

La ciudad de Trenque Lauquen está ubicada estratégicamente en la convergencia de dos rutas nacionales: la N° 5, que conecta Capital Federal y Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa, y la N° 33, que une dos puertos de singular relevancia, los de Rosario y Bahía Blanca.

Algunos datos sobre el crecimiento del distrito indican que, en lo referente a consumo de energía eléctrica, el mismo se incrementó de 33 millones de kWh en 1990 a 87 millones en el año 2000 y a 108 millones en 2010.

En base a los datos que surgen de los últimos 3 censos nacionales se presentan gráficas de consumo.

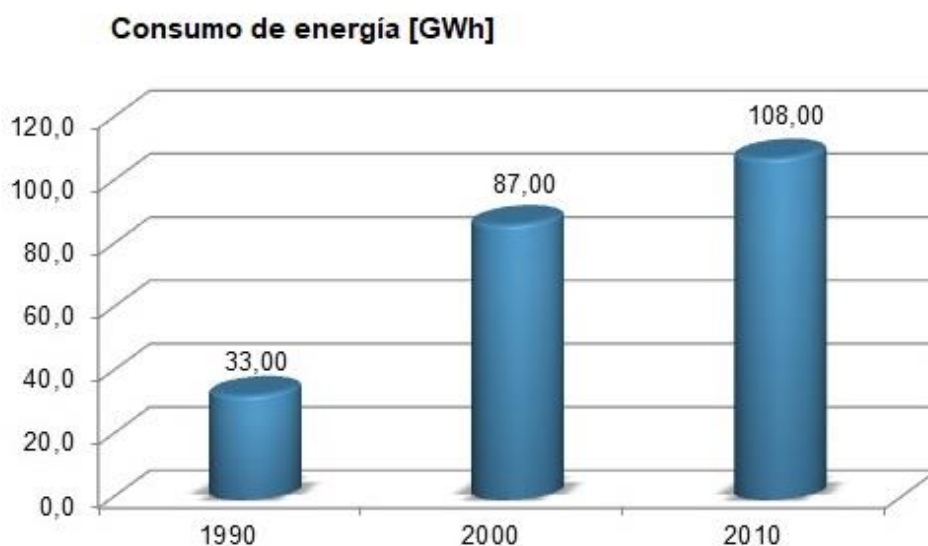


Figura 40. Gráfica de consumos en base a los últimos 3 censos. Elaboración propia

La empresa que brinda el servicio eléctrico a la ciudad es la Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos asistenciales, vivienda y consumo de Trenque Lauquen. Además de los servicios de suministro eléctrico al partido de Trenque Lauquen, provee también:

- Telecomunicaciones
- Venta de artículos para el hogar
- Servicios sociales (servicios de sepelio, servicio de ambulancias, servicio de cremación, necrológicas)
- Salones comunitarios (cursos, jornadas, actos, conferencias y capacitaciones)

### **Alimentación eléctrica en Trenque Lauquen**

Actualmente el partido recibe energía a través de la subestación TRANSBA-Trenque Lauquen, provista con dos transformadores de 132/33/13,2kV de 30/30/20 MVA de potencia nominal con sus campos de maniobra de 132/33 y 13,2kV.

#### **Etapa 1 (semi-anillo de alimentación)**

Como consecuencia del crecimiento de la demanda, principalmente en planta urbana y su zona rural, se proyectó una línea de 33kV circundando la primera zona mediante un semi-anillo y se instaló la estación Transformadora Norte. Esto permitió “asegurar las prestaciones del servicio, reforzar sectores urbanos con crecimientos demográficos importantes y brindar las interconexiones hacia sectores rurales y poblaciones del distrito con grandes demandas” (COOPTL, 2012, pág.11)<sup>147</sup>.

---

<sup>147</sup> Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos asistenciales y créditos, vivienda y consumo Trenque Lauquen. *Inauguración De La Estación Transformadora Norte*. 2012, pág.11-12. [http://190.2.80.239/servicios/eelectrica/Revi\\_Obra\\_ETNorte.pdf](http://190.2.80.239/servicios/eelectrica/Revi_Obra_ETNorte.pdf) [último acceso diciembre 2018].

La obra presenta un diseño básico con una línea en doble terna de 33V, que toma energía de la ya existente que alimenta la localidad de Treinta de Agosto, y la zona de Girodías, Salazar y Corazzi. El semi anillo se ha proyectado con configuración doble terna, conductor de Al.Ac. de 95/15 mm<sup>2</sup>, aisladores del tipo "Line Post", morsetería y herrajes galvanizados por inmersión en caliente, postación de hormigón armado centrifugado y fundaciones de hormigón simple. El comando y protección del semi- anillo se realizará desde la Estación de Distribución y protección del sistema de 33kV perteneciente a la Cooperativa. (COOPTL, 2012, pág.13).

Sus principales características son:

- ⇒ LMT doble terna.
- ⇒ Longitud semi-anillo del tramo Este 15,3 Km.
- ⇒ Line Post disposición vertical.

A continuación, se muestra la traza de la línea zona urbana:

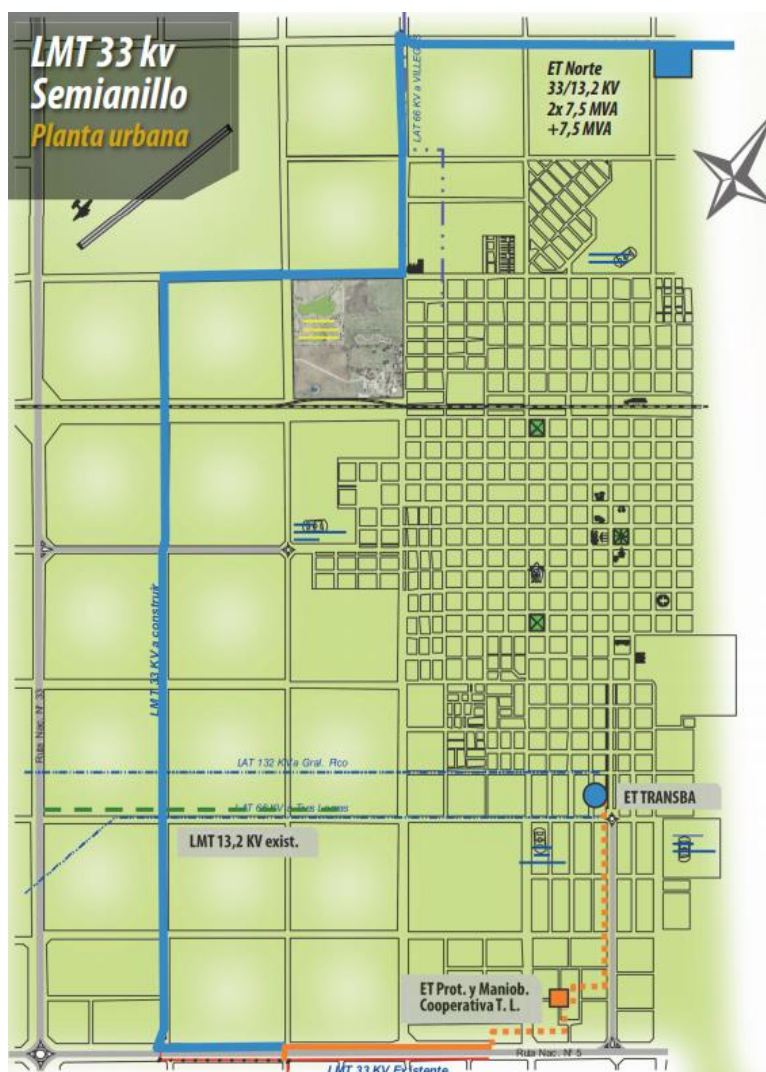
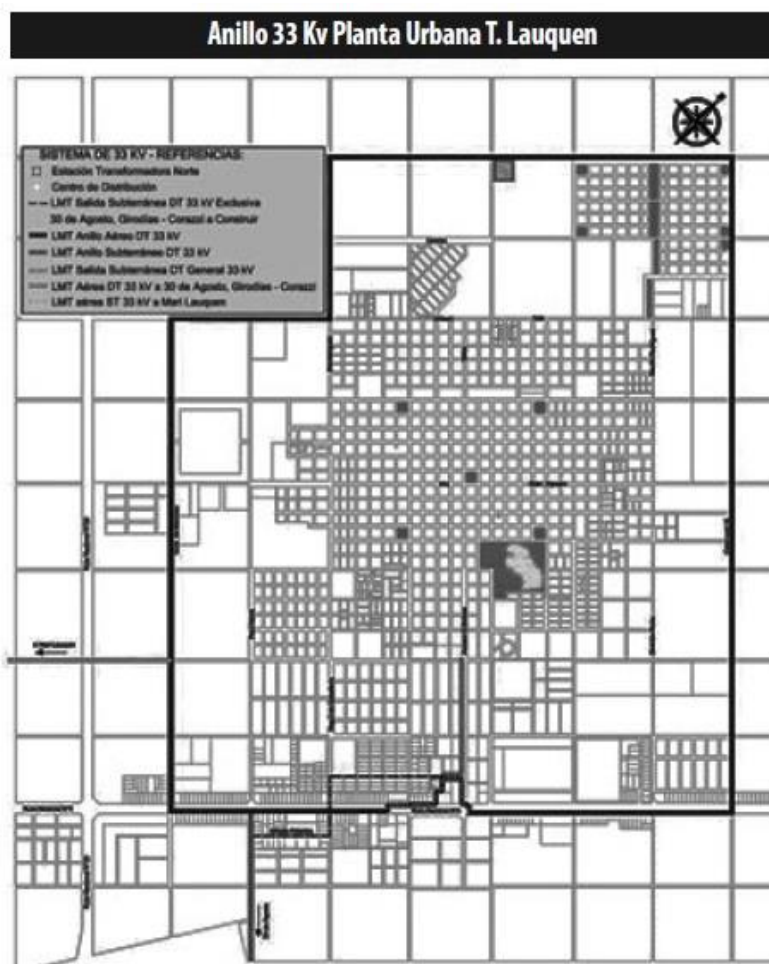


Figura 41. Semi-anillo de MT que alimenta el caso urbano de Trenque Lauquen. Fuente COOPTL

## Etapa 2 (cierre del anillo)

Las obras quedaron inauguradas el 18 de abril de 2018. Consistieron en el cierre de la línea de media tensión doble terna de 33kV que circunda la planta urbana, ampliación del centro de distribución y maniobras, salidas exclusivas a Treinta de Agosto – Girodías - Las Guasquitas - Corazzi y la LMT 33kV Treinta de Agosto – La Porteña.



**Figura 42.** Cierre del anillo de MT que alimenta el caso urbano de Trenque Lauquen. Fuente COOPTL

La cooperativa posee un perfil muy activo respecto del mantenimiento y la expansión de la red a fin de mejorar diariamente la confiabilidad de la misma y proveer energía firme a los habitantes de la ciudad. Por tal motivo, se puede observar en sus memorias anuales una incesante actividad para la mejora de los servicios bajo su tutela.

En la siguiente figura se muestran algunas de las obras realizadas a la fecha, referentes al sector eléctrico<sup>148</sup>.

<sup>148</sup> La cooperativa tiene a su cargo diferentes servicios con alcances en lo eléctrico, social, cultural y educativo.



Figura 43. Obras realizadas en líneas y estaciones de transformación. Fuente COOPTL

## Análisis de los consumos de energía

Como primer paso para el desarrollo del presente trabajo se realizó un relevamiento de los consumos de la ciudad a fin de tener una idea global. Se tomó como referencia las memorias anuales de 2010 a 2018 emitidas por la Cooperativa de Trenque Lauquen en su página<sup>149</sup> de internet. En el siguiente gráfico se muestran las variaciones de energía consumida en el período mencionado en el cual puede observarse un aumento continuo en la tasa de demanda.

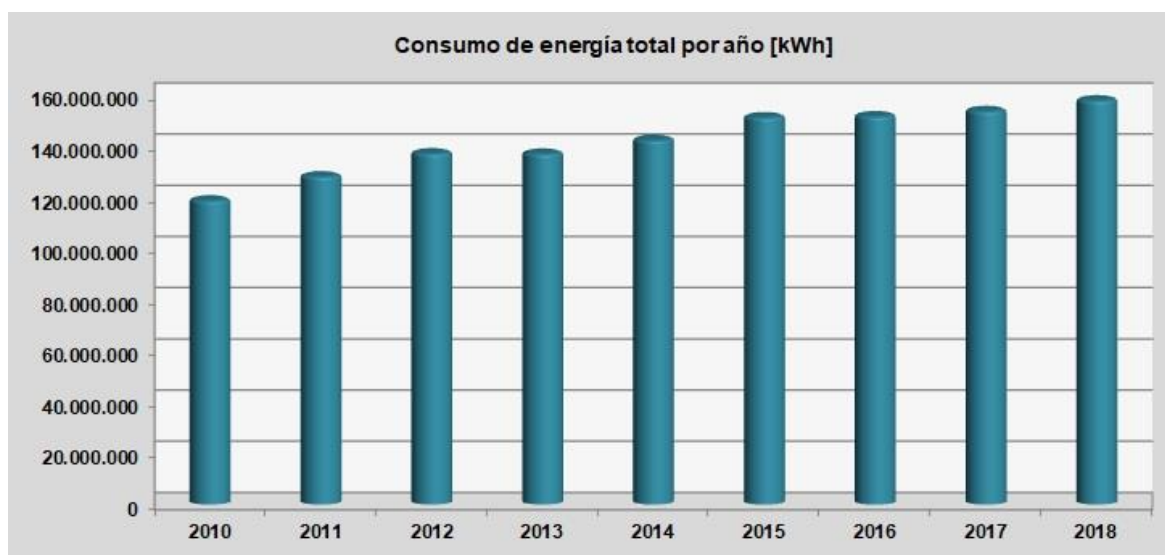


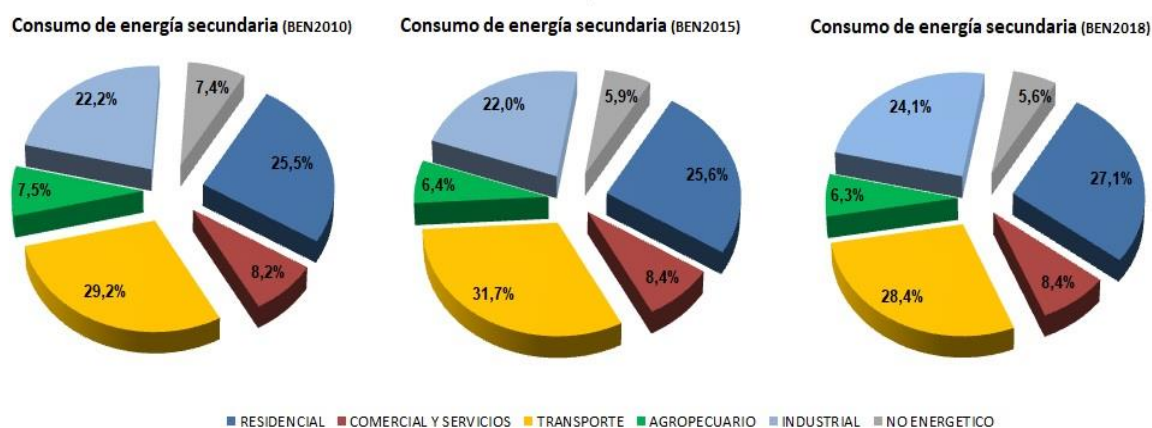
Figura 44. Gráfica de incremento de consumo de energía 2010-2018. Elaboración propia en base a los datos de la COOPTL.

<sup>149</sup> <http://www.cooptl.com.ar>

Si bien a partir de 2015, se esperaría una reducción del consumo como resultado de las políticas tarifarias implementadas a nivel nacional, en este caso de análisis, cabe suponer que, los incrementos se debieron a mejores condiciones de los sectores productivos, que incrementaron su participación y por ende un aumento de la demanda.

Es importante señalar que, si bien la coyuntura económica del país afecta de manera general a sus habitantes, existen casos, en los cuales se dan condiciones particulares que propician nichos de mayor productividad y por ende una diferenciación respecto del resto. En otras palabras, estas condiciones dependerán de la matriz comercial y agro-industrial que posea la comunidad en sí y de sus posibilidades para hacer frente a las inclemencias macroeconómicas.

Con la finalidad de tener una base histórica de lo acontecido en el país respecto del consumo energético de los diferentes sectores que lo conforman, se muestran tres gráficas elaboradas en base a los datos de los Balances Energéticos Nacionales (BEN), provistos por la Secretaría de Energía, en los cuales se aprecia la evolución de los consumos correspondientes a tres períodos, elegidos particularmente, porque resumen períodos de congelamiento de tarifas con otros en los cuales se realizaron actualizaciones de las mismas.



**Figura 45.** Gráficas de la evolución del consumo de energía por sector en 2010-2015 y 2018. Elaboración propia en base a los datos provistos por el Balance Energético Nacional (BEN 2010-2015-2018).

Puede apreciarse en las gráficas como el sector residencial mantiene su participación (~25%) de consumo en los tres períodos analizados. En el año 2018 sufre un pequeño incremento, lo que contrasta con las políticas tarifarias implementadas entre fines de 2015 hasta el año base (2018). Esto en parte puede deberse a que los programas de educación e incentivos para un uso más responsable de la energía, no han alcanzado su madurez y, por ende, si bien la demanda mostró una contracción en respuesta a los cambios en los cuadros tarifarios, luego se estabilizó lentamente en un nivel de consumo similar. Si bien el BEN muestra valores en el ámbito nacional, esto no quita mérito a que existan regiones y/o comunidades que hayan reducido efectivamente sus consumos con motivo de la implementación de incentivos y/o programas<sup>150</sup> locales.

<sup>150</sup> En el municipio de Armstrong, Pcia de Santa Fé, se inició hace unos años un programa piloto con los vecinos de dicha ciudad a fin de capacitarlos, desde la comuna y la empresa de servicios en el uso responsable de la energía con resultados muy prometedores. Pablo Bertinat (2016), ingeniero y docente de la UTN, a cargo de



Sin embargo, la situación en general, del sector residencial, tanto en la ciudad de estudio como en el resto del país, se vio mayormente afectada por el aumento de las tarifas de energía lo cual generó diversas acciones en respuesta a ello.

La Agencia Internacional de Energía (2016, pp.289-290), comenta al respecto:

Texto original en inglés:

Adjusting the energy price level can be an efficient alternative or supplementary method to achieve energy savings, whether in the form of a gradual phase-out of consumer subsidies, raising energy taxes or putting in place a CO2 price.

Traducción en español:

Ajustar el nivel de precios de la energía puede ser un método alternativo o complementario eficaz para lograr el ahorro energético, ya sea en forma de una eliminación gradual de los subsidios al consumo, de aumento de los impuestos sobre la energía o de fijación de un precio del CO2.

Existen diferentes maneras de lograr ahorros de energía, algunas incluyen programas en los cuales se fomenta algún tipo de tecnología, como lo son actualmente las energías renovables y su integración en la generación distribuida. Otros tratan de concientizar a la población mediante campañas de educación sobre el uso racional y eficiente de la energía y las bondades que esto genera para su propia economía y el medioambiente, y después están las medidas más rigurosas, que afectan directamente al poder adquisitivo del consumidor, el aumento de tarifas.

En los países europeos es común encontrar políticas tarifarias que asignan diferentes montos de acuerdo a la franja horaria del día a fin de que el consumidor, por ejemplo, realice sus mayores consumos en las horas de valle y reduzca los mismos en las horas pico. Un ejemplo de esto, ocurre en España, donde la empresa Endesa posee diferentes planes de consumo de energía de acuerdo a las necesidades del cliente. Para mencionar un abono referido a discriminación horaria, el contrato One Luz Nocturno<sup>151</sup>, por ejemplo, está dirigido a aquellos que prefieren tener un mayor consumo en horas de la noche y la mañana (invierno de 22 a 12; verano de 23 a 13). Precio de la energía: (horas punta: 0,158614 €/kWh y horas valle: 0,079420 €/kWh.)<sup>152</sup>

---

la iniciativa comenta que existen cuatro ejes del proyecto, el primero es la construcción del sistema de GD, el segundo comprende estudios y ensayos, el tercero apunta a replicar la experiencia en otras cooperativas y el cuarto está enfocado a la “participación ciudadana y la concientización cívica en torno al uso racional de la energía”.

<sup>151</sup> La tarifa One Luz Nocturna es una nueva forma de contrato de energía, en la que hay dos precios para la energía, uno por cada periodo (punta y valle) y un único precio para la potencia.

<sup>152</sup> Estos valores corresponden a la publicación en el sitio web de la empresa Endesa, España. Más información en <https://www.endesaclientes.com/one-luz-nocturna.html>. [acceso enero de 2020]

Esta flexibilidad en la contratación del tipo de tarifa según la franja horaria, genera beneficios heterogéneos, por un lado, estimula el ahorro de energía del lado del consumidor y por otro atenúa la congestión de las líneas en horas pico.

En países como Argentina, donde en varias oportunidades el ciudadano ha sufrido diversas crisis económicas, con períodos extensos de inflación y baja productividad, el efecto del aumento de las tarifas de los servicios ha provocado comportamientos elásticos de la demanda, que se ha acomodado a las nuevas condiciones. Algunos de estos cambios pueden ejemplificarse como:

- modificación en la frecuencia de uso de la electricidad y el gas
- modificación en los tiempos de uso de los servicios
- incorporación de nuevas tecnologías más eficientes. ej: recambio de lámparas por otras de menor consumo, elección de calefones y termo-tanques de mayor eficiencia (se presta más atención al etiquetado de eficiencia energética).
- Incorporación de bombas de calor e Inverters<sup>153</sup>

Como se mencionó en capítulos anteriores, esta elasticidad de la demanda también se reflejó en los años anteriores al 2015 de manera opuesta, donde las tarifas congeladas generaron un sobre consumo energético que se sumó a la falta de mantenimiento de las redes y provocó el escenario<sup>154</sup> por todos conocidos.

Todos estos puntos han sido estudiados en el mundo por muchos años y las conclusiones a las cuales arribaron las instituciones<sup>155</sup> intervinientes en sus informes, no han marcado, sin embargo, un camino claro a seguir. Esto se debe a la gran diversidad de experiencias y criterios que existen, en los aciertos y los errores de los estados, así como atrasos en la actualización de la tecnología y de las normativas con motivo de diversas cuestiones de índole coyuntural. En consecuencia, cada país deberá analizar, diseñar y poner en práctica los mejores instrumentos que resulten del debate interdisciplinario, en función de sus compromisos locales e internacionales, a fin de dar respuesta a las cuestiones energéticas que hoy, en todo el mundo, son temas sensibles para un desarrollo sostenible.

---

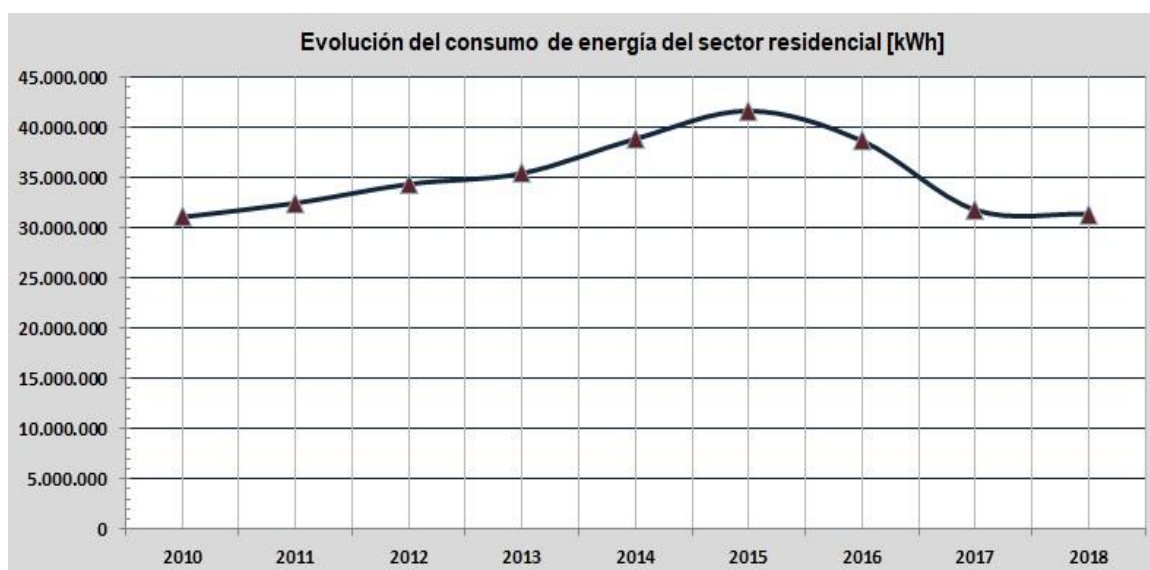
<sup>153</sup> Regula el compresor, para que, sin llegar a parar, disminuya su velocidad hasta el mínimo necesario para mantener la temperatura deseada. Al enfriar o calentar (según si estamos en modo aire acondicionado o modo bomba de calor), un equipo Inverter logra hacerlo en menos tiempo, pues acelera el compresor en el encendido. Más información en: <https://www.toshiba-aire.es/que-es-inverter/>. Por otra parte, la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, define la Energía Aerotérmica como la energía almacenada en forma de calor en el aire ambiente, entendiéndose como tal el aire del medioambiente que nos rodea. La aplicación de este concepto a los equipos de acondicionamiento frío-calor genera ahorros significativos. Según el Reglamento Delegado (UE) No 626/2011 por el que se implementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo, relativo a la eficiencia energética de los acondicionadores de aire un coeficiente SCOP =4, implica que por cada 1kW consumido se entrega al ambiente 4kW.

<sup>154</sup> El congelamiento tarifario bajo el paraguas de la ley de emergencia económica produjo la desinversión en el sistema eléctrico que sumado al aumento desproporcionado del consumo afectó directamente a las redes de distribución, lo cual incrementó la frecuencia de cortes del servicio en diferentes zonas del país, con una mayor concentración en el área del AMBA. El Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) está compuesta por localidades y barrios de la Ciudad de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires, caracterizándose por ser la concentración urbana de mayor densidad del país (concentra alrededor del 30% de la población total).

<sup>155</sup> Algunas de las instituciones son: ONU, CEPAL, EIA, DOE.

Cabe mencionar que, en la década de 1950, hasta entrado 1990, la producción y consumo de hidrocarburos guiaron las decisiones de las principales potencias del mundo. Hoy en un nuevo replanteo de la situación de los recursos convencionales no renovables, de los costos a los que se tienen que enfrentar los países sin reservas para conseguirlos y de la situación crítica del medioambiente, las energías renovables y sus diversas variantes y aplicaciones, han sido puestas como una solución sustentable frente a la dependencia de los hidrocarburos.

En referencia al análisis planteado para la ciudad de Trenque Lauquen, se presenta el siguiente gráfico donde se aprecia el consumo residencial para el mismo período de estudio 2010-2018.



**Figura 46.** Gráfica de la evolución del consumo de la demanda en la ciudad de Trenque Lauquen. Elaboración propia en base a los datos de COOPTL.

Se observa en la gráfica el comportamiento elástico de la demanda. Puede apreciarse el aumento continuo que experimentó la misma desde 2010 hasta el 2015 donde las tarifas estaban fuertemente subsidiadas y el precio de la energía congelado, lo que ocasionó que un bien necesario y escaso como el que se trata, no tuviera incentivos para el ahorro. Por otro lado, a partir de fines de 2015 principios de 2016 se inicia un período de reducción del consumo, como consecuencia de la quita progresiva de subsidios. Se observa que, la demanda disminuye hasta el 2018 donde parece estabilizarse según muestra la tendencia. Esta reducción del consumo, según la gráfica, representa el 23,6%. Este comportamiento es esperable ya que como se trata de servicios públicos, la demanda se estabiliza en un valor si las tarifas dejan de aumentar, lo cual no implica que disminuya el consumo por mejoras tecnológicas y cambios de hábito en el uso energético. Cabe destacar que el ajuste de tarifas se realizó en varios tramos, con la intención de que el consumidor pudiera absorber dichas variaciones en el tiempo y acomodar sus consumos al nuevo escenario.

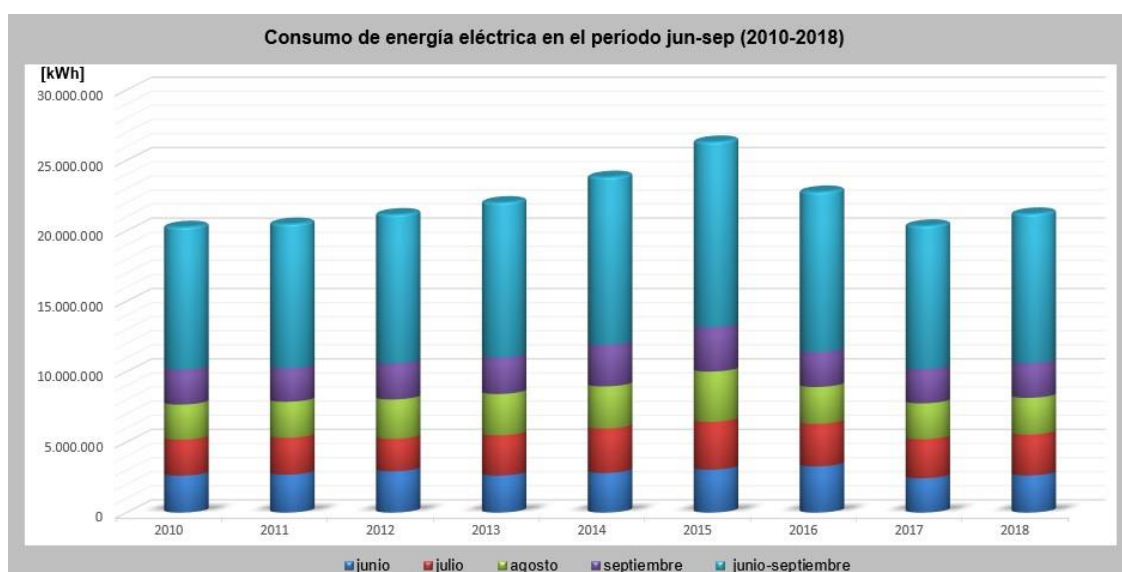
Según una entrevista realizada por un medio de comunicación local (Diario La Opinión, 2018), al gerente general de la Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, el Ing. Claudio Venturi, en vista del aumento tarifario, éste explicó que “en diciembre de 2017 la Secretaría de Energía dispuso incrementos en la compra de energía de todos los

distribuidores y cooperativas del país. Fueron dos resoluciones a través de las cuales se incrementó la compra por un lado y el transporte de energía hacia los distintos puntos del país, por el otro”. Agregó además que “recién en enero la provincia a través de la resolución 60 traslada esos incrementos a las tarifas de los usuarios finales. En este sentido, informó que desde diciembre de 2017 a febrero de 2018 el aumento de las tarifas llegó al 23% para usuarios residenciales. El ing. Venturi también aclaró que los impuestos que integran la factura representan alrededor del 42% del total de la misma.

En esta instancia es importante aclarar que el consumidor, frente a dichos aumentos tarifarios, toma otras medidas relacionadas con ahorro y eficiencia, a fin de administrar mejor sus consumos. En tal sentido debe suponerse que la incorporación de las nuevas tecnologías de iluminación (LED) y aparatos de acondicionamiento de aire más eficientes se deben haber incorporado, al igual que los cambios de hábito en el uso de la energía, a fin de compensar los incrementos producidos en el servicio.

Visto el resultado elástico que tuvo la demanda frente a la suba de los costos de servicios públicos no sorprende las implicancias de estas herramientas (IEA, 2016) normativas de administración de la energía en el control de los consumos.

Un análisis más detallado, del comportamiento del consumo en épocas invernales, muestra la siguiente tendencia, según puede observarse en el siguiente gráfico:



**Figura 47.** Gráfica de la evolución del consumo de la demanda en época invernal, en la ciudad de Trenque Lauquen. Elaboración propia en base a los datos de COOPTL.

La tendencia de la gráfica, realizada para la muestra de datos comprendida entre los meses de junio a septiembre, muestra la evolución del consumo residencial a lo largo del período analizado (2010-2018). Se observa un marcado incremento de la demanda desde el 2010 al 2015 y luego, al final de este año, una leve disminución lo que se correspondería con la quita progresiva de subsidios a la energía. En otros capítulos, algunos autores (Ehrhardt-Martinez et al. 2009b) han mencionado el afecto que posee la tarifa como mecanismo para incentivar el uso eficiente de la energía y así reducir el consumo.

Esta reacción elástica de la demanda supone cambios en el comportamiento del consumidor en el uso del servicio a fin de reducir gastos innecesarios de consumo. Puede aseverarse que en gran parte este incremento sostenido incluso hasta el año 2015, puede atribuirse al uso de equipos de acondicionamiento frío-calor.

En el siguiente gráfico se analiza el detalle de las variaciones interanuales acerca del comportamiento que tuvo la demanda en invierno en el período analizado 2010-2018.



**Figura 48.** Detalle de las variaciones de la demanda residencial en época invernal analizada en el período 2010-2018. Elaboración propia en base a los datos provistos por la CETL.

Puede observarse que entre los años 2010 a 2015 hubo un incremento de casi el 30% en el consumo de energía eléctrica correspondiente a los meses de invierno, luego en el 2016 (13,5%) y 2017 (10,5%) hay marcadas reducciones del consumo, respaldadas en los supuestos de quita progresiva de subsidios a la energía y por ende aumento del costo de la facturación al consumidor final. Por otro lado, en el período 2017-2018, se ve un leve incremento del 4,2% en el consumo, con lo que supone una estabilización de la demanda a los nuevos valores de energía.

En síntesis, la reducción acumulada en el consumo entre fines de 2015 y 2018 es del 19,4%, dato significativo de la elasticidad de la demanda respecto de los nuevos cuadros tarifarios implementados.

Es importante mencionar que las nuevas tecnologías y los cambios de hábito tuvieron algo que ver en su participación en la merma del consumo. Respecto de los primeros el uso de bombas de calor y más recientemente la tecnología inverter<sup>153</sup>, sumado esto a un cambio sostenido en iluminación hacia la tecnología led, acompañaron tal retracción de la demanda. En este sentido, tales resultados no habrían sido posibles sin la participación de los cambios en el comportamiento (Dahlbom et al, 2009) en el uso de la energía, de lo contrario las tendencias observadas, no habrían sido posibles.

Por otra parte, es interesante realizar una breve descripción acerca del comportamiento del consumo residencial nacional para el mismo período. Para el caso de análisis, se aprecia que para el año 2016 se mantiene la tendencia alcista en el consumo y recién en el 2017 puede verse una incipiente caída (aprox. 8%) que se revierte en el 2018 casi a los mismos valores respecto del 2016. Estos resultados indican una baja elasticidad de la demanda respecto a la actualización tarifaria. En referencia a dicho comportamiento cabe mencionar algunos aspectos que pueden influir en el consumo residencial nacional.

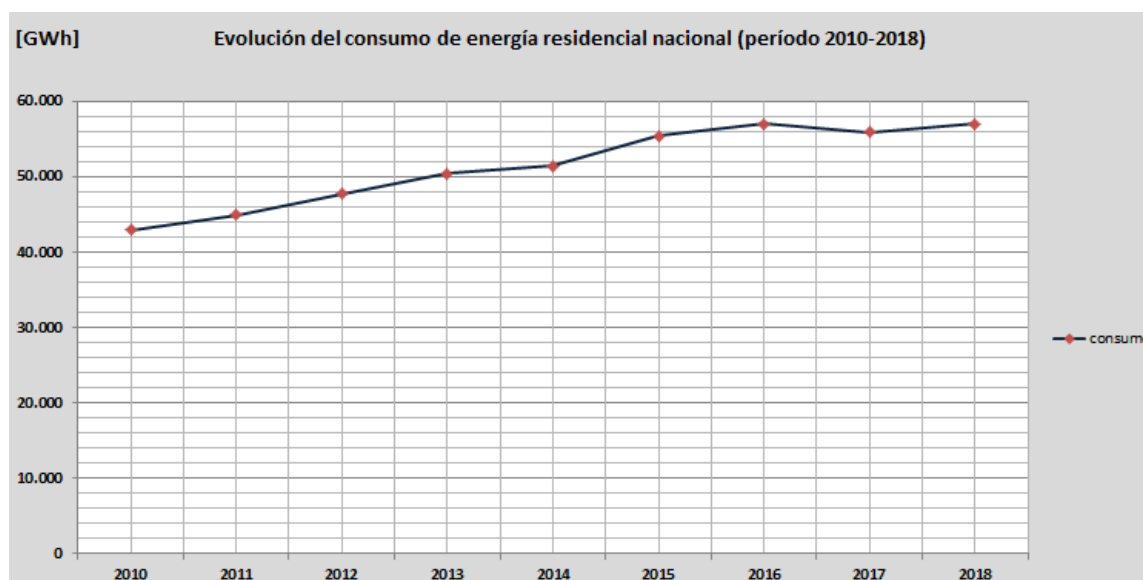


Figura 49. Evolución del consumo residencial nacional en el período 2010-2018. Elaboración propia con datos del informe anual 2018 de CAMMESA.

El Gran Buenos Aires posee un 37,8% de la demanda total, cuando su población es de aproximadamente un 30% y su territorio apenas un 0,5% del total del país (CAMMESA, 2018). Adicionalmente, esta región, mantiene todavía, porcentajes mínimos de subsidio los cuales hacen que los montos finales de la factura de energía no impacten de la misma manera que en el resto del país. Esto explica en parte el comportamiento observado. En otro aspecto, puede afirmarse que en general, esta región mantiene los precios de la canasta familiar en niveles más bajos que en el resto del territorio nacional, ya que accede a una mayor variedad de productos y una logística más económica si se lo compara contra localidades alejadas de este radio. Dichas características de una demanda muy concentrada, influyen, como se pudo observar en el gráfico, de manera de generar un comportamiento diferente a otros centros urbanos.

En referencia al análisis de los consumos de la ciudad de Trenque Lauquen, se tiene que, la energía ahorrada en el año 2018 en relación al período de mayor consumo (2015) fue de 10,3GWh, aproximadamente un 24,7%. Si bien es una disminución considerable del consumo energético, por tratarse de un bien escaso, puede afirmarse que se está en presencia de una demanda poco elástica si se compara con otros bienes como puede ser la vestimenta o las actividades culturales no gratuitas. Lo más probable es que dicha demanda se establezca en un valor, particular para cada época del año, pero con ciertas variaciones que, según la historia argentina, tuvieron siempre una tendencia a la suba. Este escenario puede concretarse de no haber más aumentos en las tarifas y de mantenerse

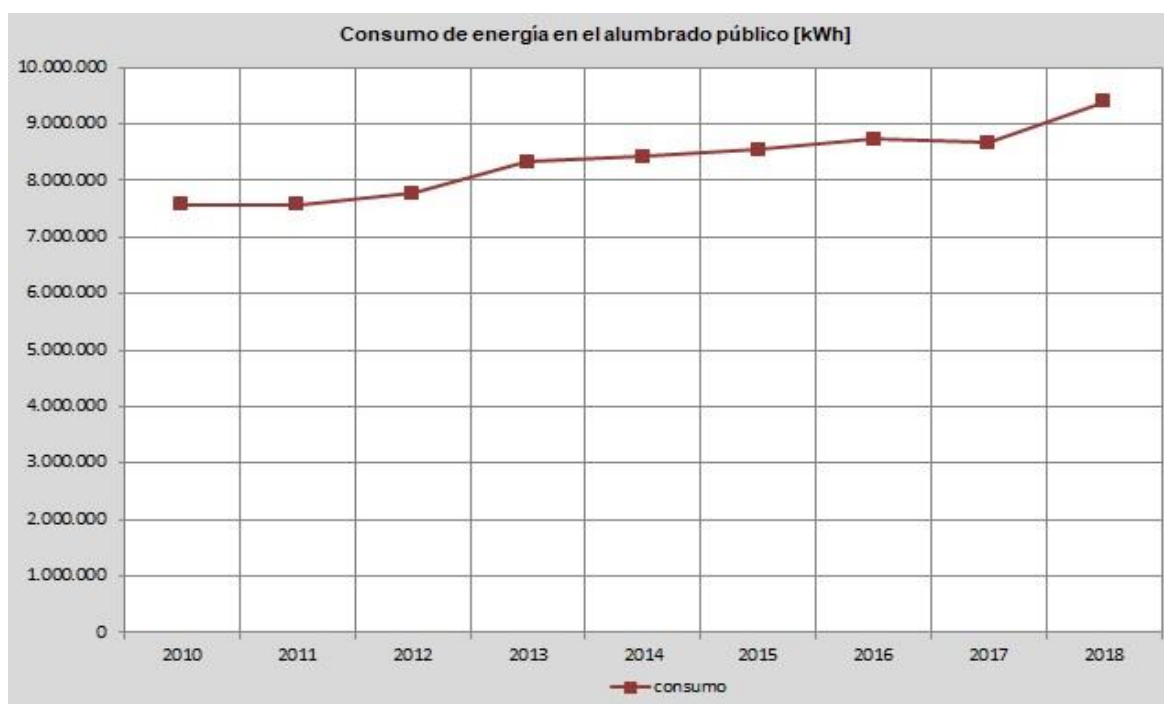
las políticas actuales, donde todavía no existe una importante penetración de la generación distribuida y los programas de eficiencia energética no han sido profundizados lo suficiente en sintonía a los objetivos que rezan en las normativas vigentes.

Es evidente que el acompañamiento de programas de mejora de las redes como lo es hoy, en un estadio prematuro, la generación distribuida, sumado a los planes de recambio de luminarias y al etiquetado de productos, por dar algunos ejemplos, no resulta suficiente para alcanzar el equilibrio en la prestación de bienes y servicios. Los costos por la adquisición de los mismos también deben corresponderse a fin de evitar la descapitalización de las empresas concesionarias y licenciatarias<sup>156</sup>. Adicionalmente, el ente regulador debe velar por este equilibrio y fomentar la inversión con el objetivo de que la comunidad goce de un servicio confiable, seguro y a un costo razonable.

### **Análisis del consumo de alumbrado público**

Uno de los aspectos en una comunidad, muy estudiado en todo el mundo, es el consumo del Alumbrado Público (AP), el cual ha sido tema de investigación e inspiración de muchas empresas a desarrollar soluciones tecnológicas para su monitoreo y control.

Del trabajo realizado con los datos provistos por la COOPTL sobre consumo en AP se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura 50.** Consumo del alumbrado público. Elaboración propia en base a los datos de la COOPTL.

De acuerdo a los datos relevados, el alumbrado público representa el 6% del consumo total. Se observa, además, en la línea de tiempo planteada, que dichos consumos no

---

<sup>156</sup> En el sector de transporte y distribución de gas natural las empresas obtienen una licencia.

disminuyeron, sino que aumentaron. Esto puede deberse a distintos factores, uno de ellos, la existencia de stock de luminarias tradicionales a saber:

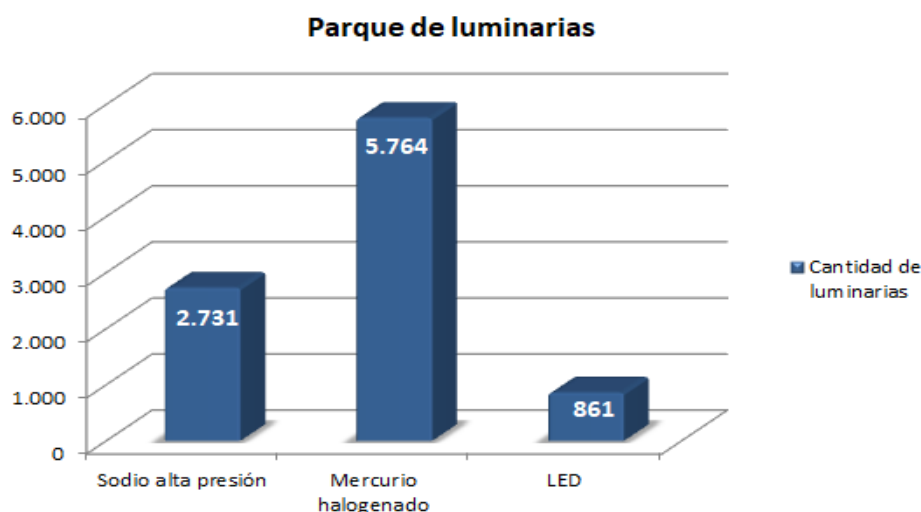
- Lámparas de vapor de mercurio de alta presión
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión
- Lámparas de mercurio con halógenos metálicos
- En menor medida, lámparas fluorescentes

El otro factor, y que forma parte del crecimiento de la ciudad, es el progreso que ha evidenciado en los últimos años al incorporar muchas zonas sub-urbanas al AP. El municipio, además, ha impulsado el programa “Ampliación Urbana” que incrementó el área de influencia del AP. Según palabras que pueden encontrarse en el portal del municipio:

El proyecto para la Ampliación Urbana de la ciudad cabecera del Partido de Trenque Lauquen comienza a gestarse para dar respuesta al crecimiento exponencial que viene teniendo el área urbana en los últimos años. Esto es debido, fundamentalmente, a un crecimiento poblacional importante, y a un desarrollo económico de relevancia para la ciudad.<sup>157</sup>

Ahora bien, de los datos suministrados por la Dirección de Servicios Sanitarios de la Municipalidad de Trenque Lauquen y con motivo del censo de luminarias realizado a diciembre de 2018, se obtuvo como resultado que el parque de alumbrado público de la ciudad está compuesto por 9.356 elementos, los cuales están integrados mayormente por tecnología de sodio, mercurio y en menor proporción por LED.

En la siguiente imagen se muestran los resultados de dicho censo en el cual se agruparon las diferentes tecnologías a fin de dar una idea de su participación en la matriz de alumbrado público de la ciudad.



**Figura 51.** El parque está compuesto por un 29,2% de sodio de alta presión, un 61,6% de mercurio halogenado y solo un 9,2% es LED. Elaboración propia con datos suministrados por la Municipalidad de Trenque Lauquen.

---

<sup>157</sup> Más información en <https://www.trenquelauquen.gov.ar/la-ciudad/ampliacion-urbana/>



Como puede apreciarse, la participación de elementos de iluminación tradicionales actualmente posee un alto grado de penetración, mientras que tecnologías más modernas y eficientes como el LED poseen menos del 10% de protagonismo. Si bien estos datos son una foto a diciembre de 2018, se observa que la mayoría de las cooperativas y distribuidoras de electricidad han comenzado un proceso de recambio de luminarias menos eficientes por otras de mayor eficiencia de manera gradual. Este comportamiento se debe, en general, a los costos que actualmente insumiría el recambio total del parque de iluminación de un municipio.

En la siguiente tabla se aprecian algunos detalles de la potencia utilizada según el lugar que se desea iluminar.

Tecnología	Ubicación	Potencia unitaria [W]	Cantidad	Potencia total [W]
Sodio Alta Presión	General	250	2.649	662.250
Mercurio Halogenado	Peatonal	100	5.430	543.000
Mercurio Halogenado	General	250	334	83.500
Sodio Alta Presión	General	70	82	5.740
LED	General	110	278	30.580
LED	Peatonal	54	569	30.726
LED	General	132	14	1.848
Cantidad total de luminarias instaladas			9.356	
Potencia instalada con luminarias LED [W]				63.154
Potencia instalada con luminarias tradicionales [W]				1.294.490

**Tabla 7.** Datos del censo del parque de alumbrado público. Elaboración propia. Cortesía de la Municipalidad de Trenque Lauquen. Dic-2018.

La siguiente imagen muestra los porcentajes de penetración de potencia de las tecnologías tradicionales en contraste con la tecnología LED.



**Figura 52.** Se observa que la potencia instalada en equipamiento LED representa solo un 5% respecto del resto del parque de iluminación, el cual se compone de tecnología tradicional menos eficiente. Elaboración propia con datos del Municipio de Trenque Lauquen.

Las siguientes tablas muestran las equivalencias para el recambio de lámparas de alumbrado público. Mediante las mismas se estimará el cambio de lámparas con las reservas que a posteriori se mencionan.

Sodium Light Bulb Wattage	LED Equivalent Wattage
250 Watt	100 Watt
150 Watt	60 Watt
70 Watt	30 Watt

Metal Halide Light Bulb Wattage	LED Equivalent Wattage
400 Watt	200 Watt
250 Watt	100 Watt
150 Watt	80 Watt
100 Watt	30 Watt

**Tabla 8.** Equivalencias entre tecnologías de lámparas. Fuente: <https://www.ledhut.co.uk>

Es importante señalar que, la aplicación de las equivalencias entre tecnologías de iluminación, se utiliza como parte de un cálculo aproximado ya que, en el caso real de un recambio total o sectorizado de luminarias, en la ciudad de Trenque Lauquen o en cualquier otro municipio del país, se deberán contemplar diversos factores a saber:

- Sector de la ciudad que se desea iluminar (plazas, parques, calles principales y secundarias, accesos, edificios públicos, peatonales, entre otros).
- Tipo de artefacto a instalar (incluye el material con que está hecho, el acabado de la superficie reflectante, la disposición de las lámparas, entre otros aspectos).
- Apertura angular del haz de luz (esto está asociado a la fabricación de las lámparas y el tipo de artefacto utilizado).
- Cálculo de los lúmenes necesarios para el alumbramiento del sitio objetivo.
- Altura a la cual se montará el artefacto de iluminación.
- Distancia entre postes.

Es decir, todos los factores mencionados implican trabajos de medición, cálculo de intensidad lumínica necesaria para un lugar específico<sup>158</sup>, replanteo de postes (regulación de altura, distanciamiento), además de montos de inversión de la solución propuesta, entre otros aspectos a tener en cuenta. Estos cálculos de diseño darán como consecuencia, la configuración final de la nueva iluminación. Este cálculo se encuentra fuera del alcance del presente trabajo.

---

<sup>158</sup> Estas consideraciones tienen en cuenta el destino de la luminaria sea esta para una calle principal o secundaria, una plaza, edificios públicos, lugares de recreación, accesos a la ciudad u otro sitio. De acuerdo a esto se calculan las magnitudes de los parámetros mencionados y se eligen los equipos comerciales que se ajustan a los requerimientos.

Por otra parte, es interesante mencionar que, en lo referente a los montos de inversión para enfrentar una obra de estas características, los mismos están sujetos a la capacidad económica-financiera del municipio así también como a las posibilidades de acceso a créditos y/o programas nacionales<sup>159</sup> realizados mediante acuerdos entre la Nación, las provincias y las comunas. En muchos casos, los montos para el recambio de luminarias no son suficientes para el total, por lo que los municipios deben adecuar los mismos a un proyecto que contemple las prioridades que mayores beneficios otorguen a la comunidad.

De la Tabla 7 y Tabla 8 surgen las siguientes equivalencias para el caso de análisis:

Tecnología	Ubicación	Potencia unitaria [W]	Cantidad	Potencia total [W]	Equivalencia LED [W]	Cantidad	Potencia Total [W]
Sodio Alta Presión	General	250	2.649	662.250	100	2.649	264.900
Mercurio Halogenado	Peatonal	100	5.430	543.000	30	5.430	162.900
Mercurio Halogenado	General	250	334	83.500	100	334	33.400
Sodio Alta Presión	General	70	82	5.740	30	82	2.460
LED	General	110	278	30.580	Sin cambios	Sin cambios	30.580
LED	Peatonal	54	569	30.726	Sin cambios	Sin cambios	30.726
LED	General	132	14	1.848	Sin cambios	Sin cambios	1.848

Consumo total con un 5% LED	1.357.644	Consumo total con 100% LED	526.814
-----------------------------	-----------	----------------------------	---------

Ahorro energético	<b>61,20%</b>
-------------------	---------------

**Tabla 9.** Escenario actual con 5% de penetración de tecnología LED y escenario con el 100% de luminarias con lámparas LED. Elaboración propia en base a los datos compartidos por el municipio de Trenque Lauquen.

De la tabla precedente se puede observar como el cambio de las lámparas tradicionales como ser, sodio de alta presión y mercurio halogenado, por tecnología más eficiente como los elementos LED, en la ciudad de análisis, logra reducir alrededor de un 60% la potencia instalada en el alumbrado público. Esto se traduce en una disminución de los costos mensuales de la energía comprada para dicho objetivo. Tal ahorro, a su vez, mejora significativamente el balance económico-financiero del municipio y adicionalmente quita del parque de alumbrado público muchos elementos contaminantes como el mercurio que, si bien se encuentran encapsulados en la lámpara, tienen un alto potencial de contaminación. Estas tecnologías deberán contar, para su disposición final, con un protocolo aprobado por las autoridades municipales y en acuerdo con la legislación provincial y los lineamientos nacionales<sup>160</sup>, a fin de minimizar el impacto a la salud de las personas y el medioambiente.

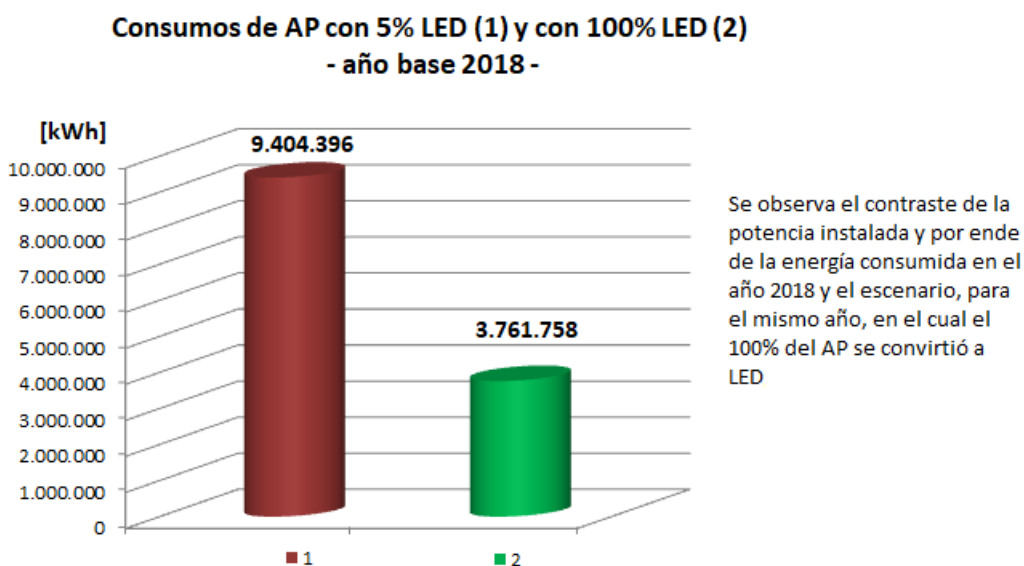
<sup>159</sup> El programa PRONUREE y luego el PLAE ayudaron al financiamiento de muchos municipios en diferentes provincias para el recambio de luminarias de alumbrado público con lo que se mejoró la eficiencia energética y la seguridad de las personas al contar con una iluminación innovadora en los espacios y viales públicos. Más información en: <https://www.argentina.gob.ar/residencial-comercial-y-publico/plan-alumbrado-eficiente-plae>

<sup>160</sup> En Argentina la Ley 25612/2002, *Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios*, establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios.

En referencia al tema acerca del uso de lámparas con contenidos de elementos tóxicos, algunos autores (Martinez, Quiroga, Zurbriggen, 2012) afirman que:

La problemática ambiental de la implementación de uso masivo de lámparas con contenido de mercurio, radica en la potencial acumulación de residuos peligrosos producidos, y la fragilidad de estos ante la manipulación. Es necesario ante este escenario, crear una estructura para la gestión de estos residuos, debido a su alto grado de contaminación ambiental, sus características de toxicidad y bio-acumulación... (p. 5).

A continuación, se muestra una gráfica del año 2018 con una participación del 5% de luminarias LED contra el escenario propuesto con 100% de penetración LED. Puede observarse como cae el consumo energético con la propuesta de recambio de tecnología.



**Figura 53.** Gráfica del consumo 2018 y el potencial escenario del mismo año si todas las luminarias se convirtieran a LED. Elaboración propia en base a los datos de la Municipalidad de Trenque Lauquen.

Habría que comentar también que, la decisión de recambio, además genera mejoras significativas en los protocolos de operación y mantenimiento del alumbrado público, ya que la tecnología LED ofrece actualmente extensas características en lo referente a la supervisión y control remoto, como así también a la automatización y auto-regulación de la intensidad de acuerdo a las circunstancias y estados del día como ser:

- Cantidad de tráfico en ciertas horas de la noche
- Condiciones meteorológicas donde se vea la necesidad de iluminación
- Actividades recreativas en espacios abiertos como plazas y parques
- Otros aspectos particulares de la ciudad que propicien el óptimo uso de la iluminación

---

En 2019 en Congreso de la Nación aprueba la Ley 27520/19. Ley de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global.

De lo anterior surge la necesidad de contar con sistemas inteligentes que permitan supervisar y regular la potencia puesta en juego a fin de adaptarla a las diferentes condiciones del día, lo cual trae importantes beneficios en cuanto al ahorro energético, reducción de pérdidas eléctricas con motivo del monitoreo de los elementos y por ende menor demanda de la cooperativa eléctrica en la compra futura de energía al mercado mayorista (MEM).

En referencia al tema de las características tecnológicas de las luminarias, en un estudio publicado por el IEEE, los autores Shahzad, Yang, Ahmad y Lee (2016) manifiestan que:

Los resultados experimentales muestran que, en comparación con la iluminación de halogenuros metálicos convencionales reemplazada, nuestro sistema<sup>161</sup> es capaz de ahorrar 68% - 82% de energía dependiendo de las variaciones en las horas de luz entre el verano y el invierno.

Se desprende, además, de estos simples resultados que, la eficiencia energética lograda como consecuencia de la toma consciente de decisiones en la escala municipal, tiene su incidencia aguas arriba, es decir, provee a las provincias de un mejor desempeño en la administración racional de los recursos energéticos, al optimizar el uso de las tecnologías disponibles para el fin propuesto. En suma, toda la Nación se favorece con las políticas, programas y emprendimientos que son aplicados en el ámbito de las unidades ciudadanas organizadas económica, cívica y políticamente: los municipios.

### **Eficiencia energética por aplicación de políticas de edificación sustentable**

De acuerdo al desarrollo realizado en el capítulo de Viviendas bioclimáticas, los autores del estudio, encontraron que el ahorro en calefacción por la aplicación de medidas de diseño y utilización de materiales aislantes, se aproximó (en una de sus alternativas) al 56%. Si se incluye la utilización de calefones solares como complemento para la mejora de la eficiencia, cuyo ahorro ronda el 75% respecto del calefón tradicional a gas, se reduciría aún más el consumo de gas en la vivienda. Un estudio (Gastiarena, Fazzini, Prieto, Gil, 2017a) reciente indica que el consumo de gas en el sector residencial, está representado por un 56% para calefacción, un 34% destinado a calentar agua de uso sanitario y un 10% para cocción. Con esto en mente y al aplicar los ahorros mencionados a los consumos de base se obtiene:

- ✓ El consumo final de calefacción se reduce a: **24,64%**
- ✓ El consumo final de ACS (Agua Caliente Sanitaria) se reduce a: **8,50%**
- ✓ Al sumar estos valores se obtiene: **33,14%**, es decir que el consumo de gas por aplicación de las medidas de eficiencia en la vivienda se contrajo a la tercera parte respecto de los valores relevados.

---

<sup>161</sup> En este documento, se propone un concepto novedoso de alumbrado público inteligente (LED) basado en el flujo del tráfico para la optimización de la energía. El sistema desarrollado basado en la arquitectura de red inteligente utiliza una red de malla ZigBee de baja potencia para proporcionar la máxima eficiencia energética en respuesta al tráfico adaptativo en la carretera. Además, la red inalámbrica escalable de luces LED inteligentes ofrece una confiabilidad mejorada, un costo reducido y una mayor satisfacción del usuario. Para validar el rendimiento, el sistema propuesto se implementó y probó en un entorno real dentro de un campus universitario.

Para cocción se supone que se mantiene constante el consumo de energía y se utiliza gas comprimido o natural.

Por otro lado, la investigación realizada por Gastiarena et al., (2017b, p.57) indica que el 21% de la energía consumida en el sector residencial corresponde al uso de la electricidad mientras que el gas constituye el 79% restante. Esto da cuenta del impacto del gas en el consumo residencial, y de las importaciones de GNL que se necesitaron realizar, en especial en los meses de invierno para suplir la insuficiencia del recurso ante los picos de demanda.

El siguiente gráfico corresponde a la investigación de Gastiarena et al., (2017c, p.53). Se observa la distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios del Gran Buenos Aires, expresados en valores equivalentes de unidades de energía eléctrica (kWh/año).

Zona GBA		m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año	kWh/año
<b>Base</b>	Cocc.	0,30	110	1.184
	Cal. agua	0,50	183	1.974
	Pasivo	0,55	201	2.171
<b>Calefacción</b>		<b>1,70</b>	<b>621</b>	<b>6.710</b>
<b>Total</b>		<b>3,05</b>	<b>1.113</b>	<b>12.038</b>

**Tabla 10.** Distribución de los consumos de gas correspondientes a los usuarios residenciales de GBA. Fuente: Revista Petrotecnia, 2017.

En la siguiente tabla, se observan los nuevos valores equivalentes de kWh/año al aplicar los ahorros descritos precedentemente al caso de estudio del Gran Buenos Aires:

Tipos de Consumos	Vivienda Tradicional [kWh/año]	Vivienda sustentable [kWh/año]
Cocción	1.184	1.184
Calefacción	6.710	1.653
ACS + Pasivo	4.145	352
<b>Totales</b>	<b>12.039</b>	<b>3.190</b>

<b>Consumo final</b>	<b>26,50%</b>
<b>Energía no consumida</b>	<b>73,50%</b>

**Tabla 11.** Distribución de los consumos residenciales luego de aplicar los porcentajes de ahorro. Elaboración propia

De los valores obtenidos en la Tabla 11, como resultado de la aplicación de los coeficientes de ahorros a un caso concreto, vale aclarar que el porcentaje alcanzado de energía no

consumida (ENC)<sup>162</sup> puede variar de acuerdo a diferentes factores como el tipo de construcción, el grado de eficiencia logrado, la región donde se encuentre la vivienda (ubicación geográfica), la cantidad de habitantes en el hogar y demás factores que harán que cada solución sea particular. Por ende y como se indicó, son valores orientativos en base a las investigaciones y estudios mencionados.

Cabe destacar que, si a la construcción sustentable y la implementación de termotanques solares se le añade el uso de bombas de calor con alto grado de eficiencia aerotérmica, a fin de complementar los pequeños requerimientos que según cada persona pueda tener tanto en épocas invernales como estivales, se descartaría, totalmente, el uso de gas para calefacción e incluso para cocción. Todas estas medidas aplicadas, según el diseño y un cálculo adecuado de la vivienda reducen significativamente la energía consumida, así como, las emisiones al ambiente de gases de efecto invernadero. Como resultado se obtiene un ambiente más sano, confortable y se logra además disminuir los costos mensuales de los servicios públicos. Luego el gasto energético, puede estimarse, con una postura conservadora, alrededor del 50%. Este valor, que está en función de las medidas aplicadas a la conservación de la energía de cada hogar, así como de su ubicación geográfica, brinda una idea de la importancia de las buenas prácticas de construcción de viviendas y diseño de sus instalaciones a fin de optimizar el uso racional de los recursos en pos de un bienestar a largo plazo.

Es oportuno señalar, que una vivienda diseñada según estos estándares, no está dentro del rango mayoritario de la construcción de edificios residenciales, ya que como se mencionó en otras oportunidades, los costos de los materiales aislantes y el diseño a fin de cumplir con un cierto grado de eficiencia, actualmente tienen un costo más elevado que la construcción tradicional. Si bien, este alto valor final se compensa con el tiempo por la disminución del consumo de energía, ha generado que el ciudadano finalmente, se vea más atraído por las soluciones tradicionales. También aquí es importante reiterar que las normativas acerca de la obligatoriedad de las viviendas nuevas a cumplir con un grado normalizado de eficiencia, no se encuentran en su plena madurez y todavía falta mucho camino por recorrer a fin de establecer políticas que aseguren consumos mínimos de energía correspondientes a las edificaciones, tanto sean estas públicas, comerciales, residenciales o industriales.

## **Eficiencia energética por aplicación de medidores inteligentes**

Las redes inteligentes han aportado valiosas contribuciones al mejoramiento de las redes de distribución orientadas, en la mayoría de los países, a las ciudades. Las urbes donde se desarrolla la mayor actividad de las personas, esas unidades organizadas política-económica y socialmente han sido y son el desvelo de políticos, sociólogos, médicos, arquitectos, ingenieros y ciudadanos en general, los cuales tienen el objetivo, desde cada lugar y competencia, de aportar a su evolución y eficiencia para brindar confort, seguridad y estabilidad a los habitantes que residen y a los que visitan las mismas.

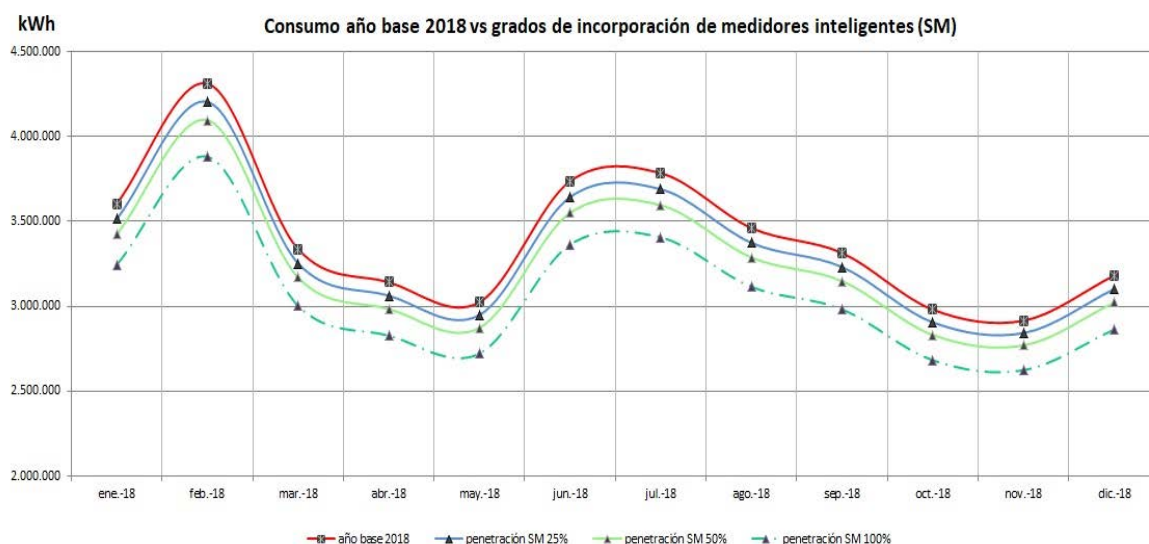
---

<sup>162</sup> Dicho termino no debe confundirse con la Energía No Suministrada (ENS), que es la que no llega a una parte de la demanda final por falencias de la red de infraestructura energética y de la que se pretende medir cuánto cuestan a la sociedad los efectos de la interrupción del suministro eléctrico (Schweickardt, Pistonesi, 2010). El termino ENC indica la cantidad de energía ahorrada por aplicación de algún método de eficiencia energética.

Uno de los componentes que integran la matriz de las redes inteligentes y que por su importancia es un elemento fundamental, es el medidor inteligente. Este dispositivo, como ya se describió en otra oportunidad<sup>163</sup> es, por decirlo de una manera visceral, el corazón de una red como la mencionada.

Según lo analizado, el aporte a la eficiencia energética del uso de estos dispositivos, permite ahorros de energía que de acuerdo a las bibliografías citadas adjudican más o menos porcentaje según las características de las muestras relevadas. Dichos valores están en un rango de entre 6 y 12% por lo que se asume para el análisis presente una estimación del 10%.

En base a los datos brindados por la COOPTL, y para el año base 2018 la aplicación de esta tecnología daría las siguientes tendencias de ahorro energético si se supone una penetración del 25%, 50% y 100% respectivamente.



**Figura 54.** Se aprecia como varía el ahorro de energía en la medida que aumenta la penetración de medidores inteligentes (SM). Elaboración propia.

Estos resultados ofrecen beneficios no solo al sector residencial sino también mejora el comportamiento de las redes locales al disminuir la sollicitación de energía de los cables, transformadores y demás equipos de distribución con la consecuente reducción de las pérdidas técnicas. También resulta de utilidad para detectar las pérdidas no técnicas.

Es importante en este punto mencionar las palabras del presidente de EDESUR, Juan Carlos Blanco, que, en una entrevista con el portal Econojournal (2019), se refirió en estos términos al uso de los medidores inteligentes:

Para las distribuidoras tiene mucha importancia el tema de los medidores inteligentes en cuanto a toda la operación y para la reducción de costos, pero también tiene una relevancia superlativa en todo lo que son contratos hacia futuro; es imposible tener

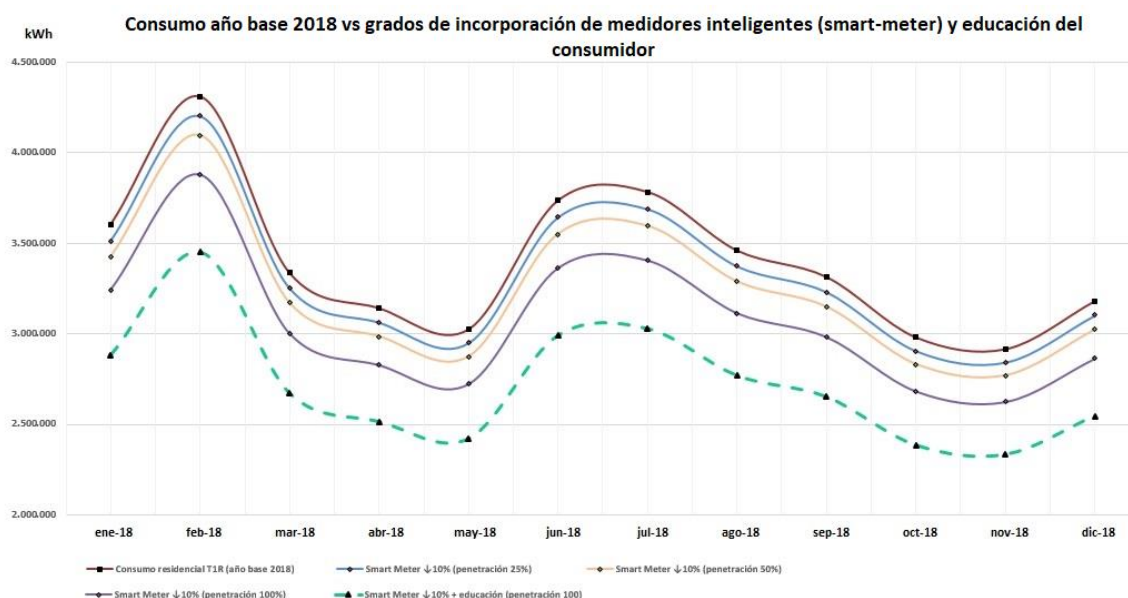
<sup>163</sup> La descripción de los medidores inteligentes y sus características fue realizada en el capítulo Implementación de smart-meters (SM) o medidores inteligentes.



un contrato sino se puede medir. ... este tipo de equipamiento, que permite hacerlo en forma remota y en tiempo real, ofrece la posibilidad de distinguir tarifas para que los clientes puedan tomar decisiones racionales en cuanto a sus consumos y los costos que incurren.

Hasta aquí se graficó el aporte de los medidores inteligentes tomados como parte del sistema de distribución, sin embargo, el uso de los mismos y más precisamente el aprovechamiento que de ellos resulte, está correlacionado con el comportamiento que el consumidor posea respecto del uso de la energía. Con referencia a esto, en el capítulo *Educación, comportamiento y ahorro energético* se indicó que la contribución de la educación del consumidor, es decir, los cambios de hábitos, hacia formas eficientes de uso de la energía, podrían generar ahorros estimados en un 20%. Si este aspecto se combina con el uso de los medidores inteligentes, y se considera que los consumidores se han comprometido en el uso responsable de la energía, el impacto de estas dos medidas mejoraría aún más el grado de eficiencia. Sin embargo, a fin de mantener una postura conservadora, se asumirá que, en principio, el grado de ahorro energético o, dicho de otra manera, la energía no consumida por efecto de estos dos factores, se encontrará alrededor del 20%. Este valor, como se indicó, sería consecuencia de políticas de incentivos tanto del gobierno como de las empresas prestadoras de servicios cuyos detalles fueron expresados en los capítulos correspondientes. Dicho valor enfatiza las mejoras en el sistema, y genera un compromiso bidireccional entre la oferta y la demanda, el cual deberá alimentarse periódicamente, a fin de sostener la evolución de la matriz energética. Es importante resaltar que, los resultados de las políticas de educación al consumidor sumado a la incorporación de tecnologías que permiten verificar en tiempo real las consecuencias de los cambios de conducta, se aprecian de manera significativa en el corto a mediano plazo, cuando dichas medidas son encaradas de forma firme y sostenible en el tiempo.

A continuación, se muestra la incorporación del resultado de los cambios de hábitos en el consumo energético.



**Figura 55.** En la gráfica, se observa el impacto que posee los diferentes grados de penetración de medidores inteligentes. Luego, con línea punteada verde, se aprecia el resultado de la combinación entre los medidores inteligentes y los cambios de comportamiento respecto al uso de la energía. Elaboración propia.

De la observación del gráfico y de la bibliografía consultada, es significativo el aporte que brinda la combinación de una educación dedicada al uso racional de la energía sumado a las nuevas tecnologías. En otras palabras, el conocimiento en el uso eficiente de la energía provee las herramientas intelectuales que permiten al consumidor aprovechar al máximo las virtudes que ofrecen los avances técnicos, no solo los provenientes de tecnologías de medición y control, sino también los que impactan directamente en las estructuras edilicias como el desarrollo de nuevos materiales aislantes a fin de mejorar la envolvente del hogar, los lumiductos para llevar luz natural a las habitaciones o recintos que de otra manera necesitarían luz artificial todo el día, y demás elementos y equipos a fin de favorecer una menor dependencia de las energías convencionales.

### **Pérdidas en la red de distribución**

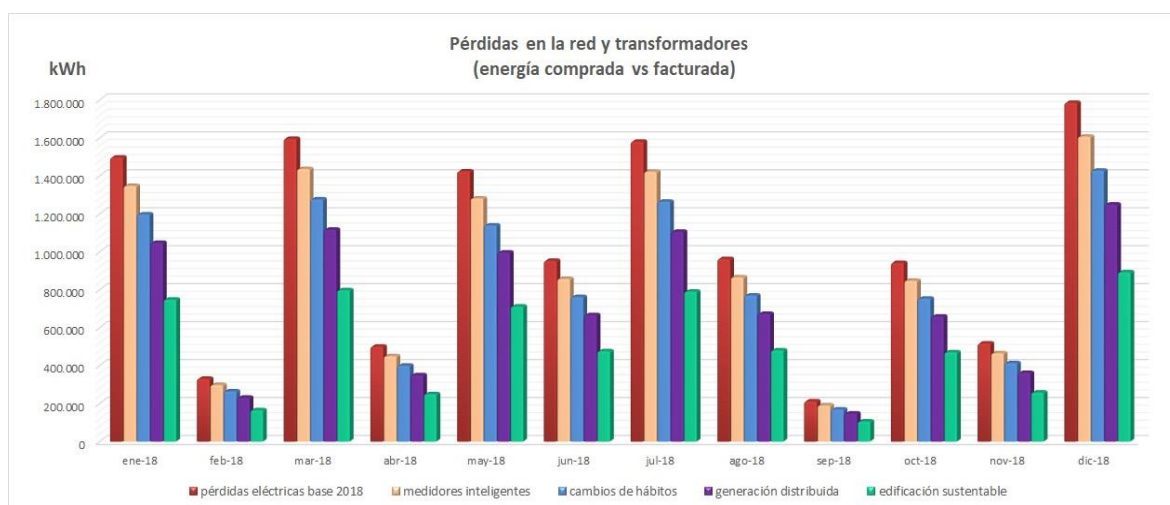
Hasta aquí, del análisis realizado, se ha observado el efecto de la aplicación de políticas de eficiencia energética hacia un mejor uso de la energía por parte de la demanda. Sin embargo, del lado de la prestadora del servicio de energía, en este caso la COOPTL, las pérdidas de distribución constituyen otro gran desafío diario que debe ser tenido en cuenta si se quiere administrar una red de manera eficiente y al mínimo costo. Para esto, diversas configuraciones, esquemas de diseño y calidad de los equipos, aportan en mayor o menor grado, el desempeño deseado.

A partir del análisis de los valores relevados en el año base (2018), las pérdidas en el sector residencial representan el 7%, lo que traducido en energía promedio equivale a 1.500.000kWh, éste valor de energía es equivalente a la emisión de 696tCO<sub>2</sub><sup>164</sup>. Por otra parte, la energía comprada total para el año base en análisis, es de alrededor de 160.000.000kWh con pérdidas del 7,3%, lo cual representa un valor energético de 11.600.000kWh. En este caso las emisiones por pérdidas de energía comprada totalizan unas 5.380tCO<sub>2</sub>. Estos y otros valores de emisiones de CO<sub>2</sub>, de ser evitados mediante las medidas mencionadas de eficiencia en el uso de la energía, formarían parte del compromiso que Argentina ha asumido en sus acuerdos<sup>4</sup> internacionales en materia de cambio climático y su contribución en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En el estudio en cuestión, la aplicación de las políticas de eficiencia energética y conservación de la energía mejora sustancialmente el nivel de pérdidas al contribuir con una menor demanda del recurso. En tal sentido y a continuación, se muestra un gráfico con los diferentes beneficios de ser aplicadas las políticas mencionadas al año base (2018).

---

<sup>164</sup> Valor obtenido luego de aplicar la planilla: *Cálculo del factor de emisión de la red 2013 a 2018*.  
<http://datos.minem.gob.ar/dataset/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>.



**Figura 56.** De las memorias de balance anual de la COOPTL se extrajeron los datos de las pérdidas registradas pertenecientes al año base 2018. Cabe señalar que, si bien los avances tecnológicos contribuyen en gran medida a la optimización en el uso de la energía, la edificación sustentable, mantiene su atributo de ser la aplicación que mayormente reduce el consumo de energía en un hogar y, por ende, la solicitud a la red local. Es importante mencionar que, en el análisis, se omitieron las pérdidas por hurto, las cuales, según las memorias de balance de la cooperativa, se estiman en alrededor de 20 irregularidades anuales. Entonces, si se supone un consumo de 500kWh/mes por cada irregularidad, dichas pérdidas aportarían el 0,7% del total, en consecuencia, poseen un bajo impacto. Elaboración propia.

Estas gráficas demuestran que, los programas de concientización del consumidor, las políticas de gobierno y el compromiso de las industrias afines a la administración del recurso energético, pueden cambiar de manera sustancial y permanente el paradigma del siglo XX, respecto del uso de la energía. En este sentido es oportuno mencionar que actualmente la eficiencia energética y la generación distribuida basada en energías renovables, se han combinado de forma tal que su integración en la matriz de las ciudades se hace cada vez más necesaria.

Según un informe (Lins y Murdock, 2019) sobre el impacto de las energías renovables en la eficiencia energética mundial,

... la eficiencia energética desempeñaría la función más importante en la limitación del aumento de 2 °C de la temperatura del planeta prevista para 2050 y sería responsable de casi el 40% de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético, mientras que las energías renovables contribuirían a aquella en un 30%.

En capítulos anteriores se ha descrito el impacto que posee la generación distribuida en el desempeño de la red<sup>165</sup> local en la cual se encuentra inmersa. En este sentido, un estudio (DOE, 2007) realizado sobre una red local de EEUU, muestra que la instalación de generación distribuida localizada adecuadamente, logra una reducción de pérdidas de

<sup>165</sup> El análisis fue realizado para el sistema radial Silicon Valley Power (SVP), una red municipal de 850 conexiones que abastecen a la ciudad de Santa Clara, California. EEUU.

potencia en la red alrededor del 31% y del 30% en el consumo de potencia reactiva. En sintonía con dicha observación el DOE, manifiesta además que:

Fragmento original en inglés:

Losses were reduced at three times the system's average loss rate by adding properly located small generators. The optimal locations were generally near the ends of main feeders, where adding DG benefits the feeder and the entire system. (DOE, 2007, p.3-19)

Traducción al español:

Las pérdidas se redujeron en tres veces la tasa de pérdida promedio del sistema al agregar generadores pequeños ubicados adecuadamente. Las ubicaciones óptimas generalmente estaban cerca de los extremos de los alimentadores principales, donde agregar DG beneficia al alimentador y a todo el sistema. (DOE, 2007, p.3-19).

En otra investigación (Martínez-Velasco, Guerra, 2016) basada en sistemas fotovoltaicos, los autores coinciden que el objetivo de la GD es maximizar la reducción de la pérdida de energía en la red mediante la capacidad instalada y las ubicaciones de los generadores, pero además, ponen énfasis en dos cuestiones que deben tenerse en cuenta: el período durante el cual las pérdidas de energía deben minimizarse y el tiempo en el que cada generador fotovoltaico debe conectarse al sistema de distribución.

Es oportuno señalar que una manera de incentivar inversiones en GD podría basarse en un reconocimiento de costos con motivo de la reducción de pérdidas en la red generados por los equipos instalados por los consumidores-generadores (DOE, et al. 2007). En tal sentido, los países<sup>166</sup> con una extensa historia en el desarrollo de estos sistemas de generación, han innovado, de forma constante, en los mecanismos de incentivo que promuevan inversiones firmes y duraderas en el tiempo. La tarea no ha sido fácil, y así lo demuestra la extensa bibliografía disponible. Por ende, cada país deberá establecer sus propias normativas, que serán, en definitiva, las que más se ajusten a la realidad social, económica, tecnológica y, en síntesis, coyuntural, por la cual transita su nación.

Con el pensamiento puesto en el bienestar de la ciudadanía, estas políticas permitirán la evolución de las matrices energéticas locales y fomentarán mejores prácticas para un ambiente más limpio basado en el compromiso de toda la sociedad.

## **11 Desafíos de las ciudades sustentables**

### **Comunidades energéticas**

En el presente trabajo se ha hecho mucho hincapié acerca de la importancia que poseen las ciudades en cuanto a su rol de ser un buen administrador de los recursos energéticos que utiliza y los impactos que esto proporciona en sus habitantes y al medioambiente.

---

<sup>166</sup> Mayormente pertenecientes al continente europeo y América del Norte.

En este sentido, se presenta un programa del IDAE<sup>167</sup> el cual ha emprendido una nueva línea de trabajo para impulsar lo que se denomina, las comunidades energéticas locales.

El objetivo social principal será ofrecer beneficios energéticos (Ivancic, 2019b), de los que se deriven también los medioambientales, económicos o sociales a sus miembros o a la localidad en la que desarrolla su actividad, más que generar una rentabilidad financiera. Para esto el IDAE ha planteado, mediante la confección de una guía, instrumentos que dinamicen el mercado energético a nivel urbano, a través de una participación más activa de los ciudadanos y las empresas locales que contribuyan al proceso de transición energética.

El IDAE define a la comunidad energética local como una nueva figura en la cadena de valor socio-económico del sector energético y un nuevo actor en el gran abanico del escenario de la transición energética. Su papel reside en facilitar la participación proactiva de los amplios sectores de la sociedad sobre la cadena de valor de la energía, siempre desde una posición local en cuanto al territorio donde operan y en cuanto al beneficio socio-económico que generan (IDAE, 2019, p.14).

Por otro lado, la Directiva (UE) 2018/2001 enuncia que:

Los Estados miembros garantizarán que los consumidores finales, en particular los consumidores domésticos, tengan derecho a participar en una comunidad de energías renovables, a la vez que mantienen sus derechos u obligaciones como consumidores finales, y sin estar sujetos a condiciones injustificadas o discriminatorias, o a procedimientos que les impidan participar en una comunidad de energías renovables, siempre que, en el caso de las empresas privadas, su participación no constituya su principal actividad comercial o profesional (p.121).

Estas ideas puestas en la práctica fortalecen el protagonismo de los consumidores en el mercado local energético. Cabe recordar que, durante el siglo pasado, dicho mercado, estaba pensado desde el lado de la oferta, sin embargo, hoy la demanda, ha conquistado, a través de éstos y otros programas, un derecho protagónico muy significativo, en referencia a la toma de decisiones, con la finalidad de crear condiciones más equitativas e inclusivas de comercio.

Todas estas iniciativas y avances impactan directamente en una mejor distribución de los recursos energéticos de una nación, y posibilitan su crecimiento al generar valiosas oportunidades de desarrollo local. En consecuencia, se deben celebrar y analizar todas las ideas que permitan mejorar la administración de un recurso tan valioso y escaso como lo es la energía. En esta instancia es oportuno mencionar un informe (DOE, 2019) donde, según las proyecciones realizadas sobre la demanda de electricidad para el período 2019-

---

<sup>167</sup> Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Desde su creación sus objetivos en cuanto a la gestión de la energía han ido en constante evolución a saber: Auditorías y diagnósticos energéticos, planes de electrificación rural, pre-diagnósticos y asesorías en diversificación y ahorro energético, acciones de mejora de la eficiencia energética, planificación e implantación de energías renovables, actuaciones en el mercado para promover el ahorro y la diversificación de la energía. Mejorar la eficiencia energética y fomentar la implantación de las energías renovables. Dinamizar el mercado mediante la prestación de servicios técnicos y financieros para proyectos de innovación que, además, sean replicables. Más información en <https://www.idae.es>

2050, se indica que los países no pertenecientes a la OCDE<sup>168</sup> incrementarán de manera significativa el consumo de energía en oposición al comportamiento esperado por los países pertenecientes a la OCDE. Argentina es uno de los países que se incluyen en los no pertenecientes a la OCDE.

A continuación, se presentan las proyecciones realizadas por el Departamento de Energía de Estados Unidos de América, publicadas en su informe *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050 (sep-2019)*.

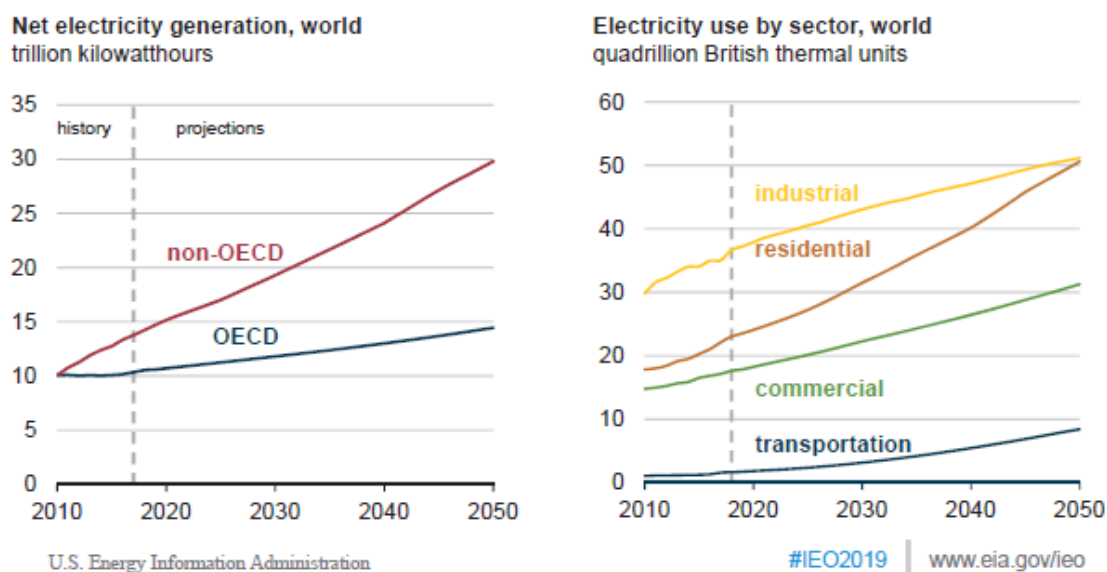


Figura 57. Proyecciones del consumo eléctrico para los países OECD y no-OECD. Fuente DOE

El informe indica que, “la generación neta de electricidad (a la red) en países que no forman parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) aumenta un promedio de 2.3% por año de 2018 a 2050, en comparación con 1.0% por año en los países de la OCDE” (p.88). Con esto en mente, Argentina debe fomentar iniciativas que le permitan alejarse de los escenarios menos favorables y profundizar la aplicación de las leyes 26190/15, 27191/15 y la ley 27424/17 y sus reglamentaciones, así como el Decreto 140/07. De igual manera, es relevante el impulso de los programas de educación y cambios de hábito del consumidor, en especial en un sector tan crítico como lo es el residencial.

Por otro lado, a pesar de que Argentina está en una instancia muy prematura en cuanto al desarrollo de las comunidades energéticas previamente descriptas, las leyes de fomento de energías renovables, eficiencia energética y generación distribuida han iniciado un nuevo capítulo en la manera de pensar el uso de la energía y por ende son el puntapié inicial para nuevas formas de abastecimiento energético que las ciudades enfrentarán en las próximas décadas.

<sup>168</sup> La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es una organización internacional cuya misión es diseñar mejores políticas para una vida mejor. Su objetivo es promover políticas que favorezcan la prosperidad, la igualdad, las oportunidades y el bienestar para todas las personas. Dentro de los países no pertenecientes a la OCDE se encuentran en su mayoría los pertenecientes a América del Sur y el Caribe entre los que se incluye a la Argentina. Más información en <https://www.oecd.org>.

## **El futuro de la energía: hidrógeno vs fusión nuclear**

Mucho se ha hablado, escrito y llevado a la práctica cuanto proyecto se ha descrito en el presente trabajo. En el afán de brindar energía limpia, confiable y rentable el hombre ha transitado un largo camino de ideas, investigación, innovación, diseños y desarrollos de equipamientos que mejoren la administración de los recursos que motorizan la generación de la energía. Sin embargo y a pesar de que todavía el mundo cuenta con enormes volúmenes de reservas de hidrocarburos, la investigación hacia nuevas formas más eficientes y limpias (llámese libre de emisiones de GEI y desechos sólidos peligrosos) de energía se mantiene incesante, ya que como se sabe, las reservas de hidrocarburos son finitas, y algún día serán necesarias otras fuentes que las reemplacen. Es por eso que hay que prepararse para que el cambio no sea abrupto sino paulatino y firme.

### **Hidrógeno**

Es así que proyectos dedicados al uso del hidrógeno se han desarrollado a lo largo y ancho del mundo, muchos solo quedaron en pequeños prototipos, con el argumento de no ser económicamente rentables, otros en su mayoría se relegaron como consecuencia de una economía global basada en los hidrocarburos que temía por el avance de un nuevo combustible que ensombreciera sus negocios.

El hidrógeno, una simple molécula basada en dos átomos de hidrógeno en su equilibrio electrónico, y el más abundante en la naturaleza, tiene un poder de generar enormes cantidades de energía para su aprovechamiento en la generación de energía. Es así como la investigación llevó este combustible a un formato muy difundido, la pila de combustible (Moré, 2014a). Éstas han encontrado su aplicación en la industria automotriz y en los sistemas de generación eléctrica estacionarios (Moré et al., 2014b).

El fuerte interés global en el hidrogeno y las pilas de combustible se debe a que, asociado con otras fuentes de energía renovable, esta tecnología es una de las que presenta mejores perspectivas para generar energía limpia, portable y segura. Tales sistemas son capaces de reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, en cuanto que el subproducto generado de la reacción química es agua y calor (Moré et al., 2014c).

Otra de las aplicaciones de las pilas de combustibles es en generación distribuida. En estos sistemas y de acuerdo al diseño en función de las necesidades de abastecimiento podría ser necesario la utilización de elementos de almacenamiento de energía, y las celdas de combustibles brindarían una respuesta eficiente ante la solicitud en los picos de demanda, además de actuar como estabilizador de la tensión frente a las fluctuaciones de las fuentes de energía renovable intermitentes.

Existen diferentes fuentes a partir de las cuales se puede obtener hidrógeno a saber:

- gas natural
- aceite
- carbón
- electrólisis

Una de las maneras más tradicionales de generar hidrógeno y que incluso se enseña en los niveles de educación media, está basada en los procesos electrolíticos. Este método tiene como base la conducción de cargas entre dos metales conectados a una fuente eléctrica, a través de un medio que contiene agua y cierto nivel de acidez para favorecer la reacción y evitar el uso de potenciales muy altos. El resultado es oxígeno e hidrógeno.

Las reacciones que tienen lugar en los electrodos son:

- Reducción en el cátodo:  $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2$
- Oxidación en el ánodo:  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

Sumando las reacciones parciales anteriores se obtiene la reacción global:

- $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

En un trabajo (Venegas, Meléndrez, Celi, Ayabaca, 2016, p.97) de investigación se mencionan algunas ventajas en la producción de hidrógeno y sus aplicaciones a saber:

- Es muy limpio en términos de emisiones lo que conlleva mejor calidad del aire urbano. En las celdas de combustible, se combina con el oxígeno sin generar CO<sub>2</sub>, hidrocarburos, gases de efecto invernadero y emisiones NO<sub>x</sub>. El único subproducto es agua.
- Seguridad energética mediante la reducción de las importaciones de petróleo.
- Sostenibilidad mediante el aprovechamiento de fuentes de energía renovable.
- Viabilidad económica en la formación de los futuros mercados energéticos mundiales.

Las desventajas que actualmente afronta esta tecnología son:

- Las instalaciones para almacenamiento de hidrógeno, tanto para régimen estacionario y para aplicaciones móviles, son complicadas debido a su muy bajo punto de ebullición (20,2 K) y muy baja densidad.
- Dado que el hidrógeno tiene la más pequeña molécula que tiene una mayor tendencia a escapar a través de pequeñas aberturas que otros combustibles líquidos o gaseosos.

Sin embargo, estas desventajas no han detenido su utilización por ejemplo en celdas de combustibles que avizoran convertirse en los generadores de energía del futuro.

Las investigaciones, la ciencia y la tecnología avanzarán para lograr mejorar la eficiencia y la seguridad en los métodos de producción y distribución del hidrógeno a fin de hacerlo seguro, económico y accesible para todas las personas (Venegas et. al., 2016).

### **Fusión nuclear**

“La fusión nuclear es la unión de núcleos livianos para formar uno más pesado” (Beljansky, 2014).



Desde su descubrimiento a través de la investigación de los procesos solares, el hombre ha intentado por todos los medios de reproducir dichas condiciones de fusión en la Tierra sin hasta el momento obtener el éxito deseado. Y es que dicho proceso involucra temperaturas muy elevadas<sup>169</sup> que hacen difícil su confinamiento y por ende, la estabilidad de la fusión y su manejo seguro. Sin embargo, la fusión tiene la ventaja de ser un proceso limpio que a diferencia de la fisión no genera contaminantes para el hombre y el medio ambiente.

Actualmente existen dos maneras para el confinamiento del plasma generado durante la fusión:

- ✓ magnético
- ✓ inercial

En el área de confinamiento magnético se desarrolla el proyecto multinacional ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). El objetivo es producir 500MW de potencia de fusión a partir de una entrada de 50MW de calor.

Según el portal de la organización, “ITER será el primer dispositivo de fusión que mantenga la fusión durante largos períodos de tiempo. Además, ITER será el primer dispositivo de fusión que pruebe las tecnologías integradas, los materiales y los regímenes físicos necesarios para la producción comercial de electricidad basada en fusión”.

La fusión en palabras de los representantes del proyecto ITER es:

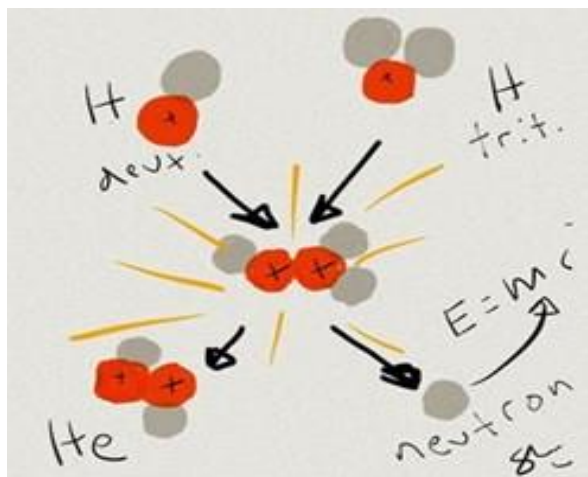
“...la fuente de energía del Sol y las estrellas. En el tremendo calor y la gravedad en el núcleo de estos cuerpos estelares, los núcleos de hidrógeno chocan, se fusionan en átomos de helio más pesados y liberan enormes cantidades de energía en el proceso”.

Por otro lado, un grupo de grupo de investigadores menciona que, en el área de confinamiento inercial, los últimos resultados obtenidos en el proyecto NIF (National Ignition Facility)<sup>170</sup> han sido alentadores y hay importantes proyectos en marcha en Francia y China (Farengo, Gervasoni, Mayer, 2013, p.32).

---

<sup>169</sup> Las temperaturas puestas en juego son del orden de los centenares de grados centígrados, lo que fuerza a los investigadores, ingenieros y técnicos a buscar materiales y equipamiento que permitan soportar tales condiciones termodinámicas.

<sup>170</sup> Es la instalación láser más grande y energética jamás construida. NIF es del tamaño de un estadio deportivo: tres campos de fútbol podrían caber dentro. NIF es también el láser más preciso y reproducible, así como el instrumento óptico más grande del mundo. El láser gigante tiene casi 40,000 ópticas que guían, reflejan, amplifican y enfocan con precisión 192 rayos láser en un objetivo de fusión del tamaño de un borrador de lápiz. NIF entró en funcionamiento en marzo de 2009. Los experimentos en NIF proporcionarán la base científica para una revolución en la producción de energía: energía limpia abundante y sostenible a través del desarrollo de energía de fusión inercial. Más información en <https://lasers.llnl.gov/about/what-is-nif>



**Figura 58.** Proceso de fusión nuclear. Fuente <https://www.iter.org/proj/inafewlines>

Estas tecnologías, si bien están en proceso de investigación y evolución continua para lograr condiciones más amigables respecto de sus costos y manipulación, no tardarán en dar los resultados que se esperan, a fin de poder introducirlas en la matriz eléctrica de las comunidades en el mundo. En consecuencia, es importante el aporte que cada nación realice en pos de buscar nuevas, eficientes y más limpias formas de generación de la energía a fin de reducir las emisiones de gases GEI, buscar nuevas formas de reciclar los desechos, y así mejorar la calidad de vida en las ciudades, el país y el mundo.

De esta manera, puede afirmarse que el compromiso que implica la preservación del planeta, está en manos de sus habitantes y que las decisiones, en el corto y mediano plazo, hacia un futuro sustentable están relacionadas en cambios de comportamientos, toma de conciencia y prácticas sustentables en armonía con el medio-ambiente. Solo así los avances tecnológicos y el incentivo en la educación del consumidor, temas desarrollados en capítulos anteriores, tendrán sentido en este único mundo que es el hogar de todos.

## 12 Conclusiones

### El camino elegido

El desarrollo del presente trabajo y las investigaciones realizadas para tal fin, han mostrado los importantes avances en los temas que atañen al buen uso de los recursos energéticos al poner de relevancia informes que indican la necesidad<sup>171</sup> de buscar nuevas soluciones

---

<sup>171</sup> Los informes de expertos en medio-ambiente han estado en permanente alerta acerca de las consecuencias del aumento de temperatura en el mundo y la necesidad de buscar alternativas respecto de los medios tradicionales de consumo de energía. Philips L. y Smith P. (2015) afirman que “La crisis energética mundial, junto con la amenaza del cambio climático, exigen garantizar la innovación en los sectores energéticos y un consumo responsable, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo.” (párr. 3).

“La transición no solo implica un cambio de fuente de energía, sino también asegurarse de que la nueva fuente sea rentable, sostenible y beneficiosa para el desarrollo”. (párr.5).

para hacer frente a la creciente demanda de energía mundial. En este sentido, la ciencia y la tecnología han acompañado los desafíos que exige tal objetivo, y para cumplirlo, la comunidad de gobernantes, empresas privadas, ONGs<sup>172</sup> e individuos comprometidos<sup>173</sup> con un medio ambiente más saludable, trabajan día a día a fin de mejorar el uso de la energía, mediante la búsqueda de herramientas (tecnológicas, educativas, de cambios de hábitos y tarifarias entre otras) que ayuden al bienestar económico, social y ambiental de las naciones. Por ende, el camino elegido debe ser aquel que como sociedad nos integre en un ámbito de mejores prácticas en el uso de la energía, no para reducir el confort logrado por los medios tradicionales, sino para buscar soluciones sostenibles, respetuosas y menos agresivas contra el medioambiente.

Muchas de estas soluciones fueron expuestas en el presente trabajo y muestran cómo el hombre, sus ideas y su investigación pueden lograr avances innovadores, sostenibles y accesibles, además de aplicables en el corto y mediano plazo, con el objetivo de que cada nación elija el camino más adecuado para lograr sus compromisos con la sociedad.

## Oportunidades energéticas para Trenque Lauquen

Del análisis realizado sobre los datos aportados por la Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen se han obtenido interesantes resultados, los cuales pueden ser extrapolados a los demás municipios de nuestro país con la sola salvedad de adaptarlos a las necesidades y particularidades de cada lugar. En este aspecto, la información brindada sobre bases reales de consumo, permitió analizar el impacto de diferentes tecnologías y programas de educación para el consumidor, a fin de captar potenciales oportunidades en eficiencia energética y conservación de la energía. Cabe destacar el importante ahorro obtenido tanto del lado de la distribuidora como de los consumidores finales. Respecto del primero, si bien la energía comprada a CAMESA pasa directamente a ser facturada al usuario final mediante la metodología de *pass-through*<sup>174</sup>, con lo cual no sería un costo para la empresa, sí lo es el mantenimiento, operación y potenciales expansiones de la red a fin de sostener su adecuada prestación. Para los segundos, las medidas analizadas representan beneficios directos en la factura de consumo eléctrico sin que esto represente una pérdida del confort, sino todo lo contrario, ya que la mejora de la prestación del servicio le otorga al sistema mayor seguridad, confiabilidad y flexibilidad lo cual redundará en los beneficios mencionados en los capítulos precedentes.

---

<sup>172</sup> En un artículo publicado en el portal de la ONU, Crónica ONU, Rachel Kyte (2015), brinda una visión del programa *Energía Sostenible para Todos* y comparte los objetivos del mismo: "La iniciativa "Energía Sostenible para Todos" constituye un llamamiento a la revolución y a la reforma: un planteamiento radical que contempla que todas las personas puedan acceder a las fuentes de energía fiable que necesitan para llevar una vida segura, saludable y productiva y que puedan sufragarlas, asumiendo a la vez las limitaciones del planeta a las que todos nos enfrentamos como consecuencia del cambio climático" (párr. 1).

<sup>173</sup> El compromiso del ciudadano del cual se ha hablado en varias oportunidades en el presente trabajo, lleva implícito una actitud de respeto hacia el otro al igual que hacia el medio-ambiente. De esto depende que los compromisos asumidos logren su objetivo.

<sup>174</sup> Mediante el mecanismo del "passthrough", los distribuidores "pasan" a la tarifa de los usuarios finales estrictamente los valores ajustados del costo de comprar energía y potencia en el mercado mayorista, sin incluir ningún tipo de margen de ganancia. Más información sobre los mecanismos de facturación de las distribuidoras en: [http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/Files/Capitulo%2004%202003.pdf/\\$FILE/Capitulo%2004%202003.pdf](http://www.enre.gov.ar/web/web.nsf/Files/Capitulo%2004%202003.pdf/$FILE/Capitulo%2004%202003.pdf)

## Impactos de los resultados en la vida de la gente

La investigación realizada demuestra la importancia que poseen las leyes y normas aprobadas en las dos últimas décadas, primero con el decreto 140/07<sup>39</sup> y luego con las leyes nacionales 26190/07 y 27191/15 de fomento de las energías renovables. Cabe señalar que, el camino recorrido en la aprobación de tales normativas tuvo como mentor a los acuerdos<sup>4</sup> suscriptos por Argentina frente a los organismos internacionales de cambio climático, respecto de la contribución comprometida del país en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. En este sentido, los escenarios obtenidos como resultados de la aplicación de diferentes herramientas a los valores de consumo de energía eléctrica, provistos para el presente trabajo, han reflejado el impacto positivo de las políticas descritas en la mejora del uso y administración de los recursos energéticos tanto del lado de la oferta como de la demanda. Además, pudo observarse que, si bien existe una importante componente tecnológica para lograr la eficiencia energética tanto en hogares, como del lado de la red de distribución, existe un aspecto fundamental que debe ser la base de toda política energética, la educación del consumidor.

En esta instancia es oportuno mencionar que según el portal de Desarrollo Sostenible de la ONU (2020), “La mitad de la humanidad, 3500 millones de personas, vive hoy en día en las ciudades y se prevé que esta cifra aumentará a 5000 millones para el año 2030.” Es así que estas organizaciones, al igual que la comunidad científica comprometida con la correcta administración de los recursos energéticos del planeta, instan, de manera firme y constante, hacia nuevos hábitos de consumo a fin de disminuir el impacto negativo que, el uso de fuentes de combustibles de origen fósil, han causado a la población, así como al planeta.

En el Comunicado de prensa del IPCC<sup>175</sup> (2019), se realizó una declaración muy alarmante respecto de las acciones inmediatas a tomar acerca del estado actual del cambio climático:

“Solo podremos mantener el calentamiento global muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales si aplicamos transiciones sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad, por ejemplo, en los ámbitos de la energía, la tierra y los ecosistemas, las zonas urbanas y las infraestructuras, y la industria...” (p. 5)

Se ha comprobado que las emisiones de GEI son responsables del calentamiento global del planeta con las consecuencias que ello conlleva para la flora, la fauna y los seres humanos y es en este punto, donde se debe recordar, que las ciudades, ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. En esta instancia, cabe señalar los crecientes problemas de salud por contaminación derivados de gases tóxicos, ruidos, y residuos, que acontecen en dichas urbes.

---

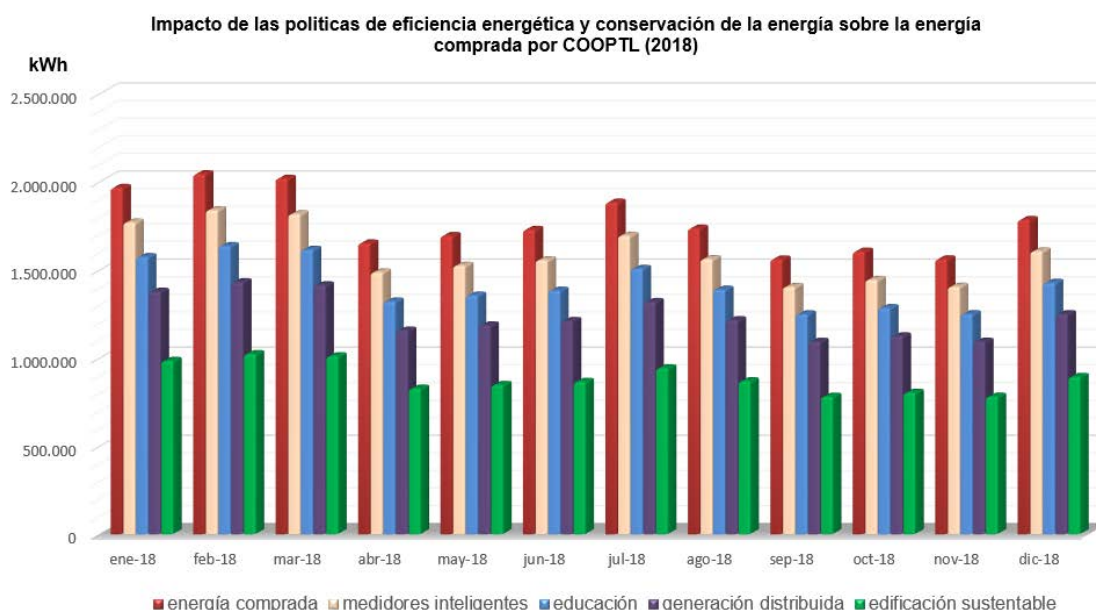
<sup>175</sup> El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) a fin de que facilitase a los responsables de políticas evaluaciones científicas periódicas del cambio climático, sus implicaciones y sus futuros riesgos potenciales, y propusiese estrategias de adaptación y mitigación. Tiene 195 Estados Miembros. Ese mismo año, la Asamblea General de las Naciones Unidas respaldó la medida adoptada por la OMM y el PNUMA de establecer conjuntamente el IPCC.

Por ende, se hace impostergable la toma de conciencia y la pronta decisión, de los gobiernos, entidades sociales, sector privado y la comunidad con el fin de proveer los mecanismos que ayuden a mejorar la calidad de vida de la gente, proteger el medio ambiente y trabajar por un planeta más sano, limpio y próspero para el bienestar de las futuras generaciones.

## Balance de los resultados

En vista de las memorias que la COOPTL emite todos los años, se ha podido comprobar el serio e idóneo trabajo realizado por el personal para el desarrollo y evolución continua de la infraestructura de Trenque Lauquen y, en consecuencia, puede asegurarse que existe un gran potencial de mejoras atendibles para su puesta en práctica, puntualmente en el aspecto de eficiencia energética, de acuerdo al análisis de los resultados obtenidos.

A continuación, puede apreciarse un gráfico donde se muestra el ahorro respecto de la energía comprada en el año base 2018 para todos los meses si se aplicaran los instrumentos de mejora energética:



**Figura 59.** Potenciales ahorros en la compra de energía por aplicación de políticas de eficiencia. Elaboración propia

Como se ha visto, el sector residencial participa en la matriz eléctrica de la ciudad de Trenque Lauquen con un consumo estimado del 20%. De acuerdo a los datos obtenidos, luego de la aplicación de las políticas energéticas, se puede observar que la herramienta que más ayuda a un uso eficiente y racional de la energía es la edificación sustentable (50%), seguido por la generación distribuida (30%), la educación del consumidor y su cambio de hábitos (20%), y los medidores inteligentes (10%), estos últimos propician ser elementos básicos de conformación de todo sistema distribuido. En referencia a esto, los medidores inteligentes al complementarse con programas de capacitación y educación del

consumidor a mediano plazo, poseen el potencial para mejorar aún más las estimaciones presentadas.

Hay que tener presente, según pudo comprobarse, como el aumento de tarifas (23%) modificó sustancialmente la curva de consumo del sector residencial. Esta herramienta (IEA, 2016), utilizada en todo el mundo, genera sentimientos encontrados en momentos de crisis como las que ha vivido Argentina. Es importante mencionar que una política energética que tiene en su agenda el impulso de la eficiencia energética en los diferentes sectores de la sociedad, logra sintonizar dichas políticas con un acomodamiento de tarifas acorde al sostenimiento, confiabilidad y seguridad de los servicios públicos. Esto permite una valorización de los recursos por parte del consumidor, las empresas y el Estado y genera equilibrio y bienestar a toda la sociedad.

En consecuencia, y en base a la aplicación de medidas tecnológicas y de comportamiento mencionadas en el desarrollo de este trabajo, cabe esperar que modificaciones futuras del cuadro tarifario acompañen de forma eficiente el desempeño de un nuevo paradigma en el uso racional de los recursos energéticos.

El protagonismo del consumidor, en esta nueva etapa que se vive en el mundo, es fundamental para crear conciencia y compromiso para las presentes y futuras generaciones en el uso responsable de la energía.

### **Futuras líneas de trabajo**

El camino recorrido por muchos países, precursores de la eficiencia energética, no fue fácil y tomó muchas décadas llenas de aciertos y errores, pero lo más importante fue que la meta fijada en un inicio se mantuvo viva y con ella los esfuerzos realizados por gobiernos, instituciones públicas y privadas, empresas y los protagonistas más importantes que lograron ser insertados en la ecuación, los consumidores. En un principio todo se veía desde el lado de la oferta hasta que un nuevo paradigma surgió, y la demanda tomó su lugar en las decisiones de la matriz energética de las ciudades.

En vista de los resultados obtenidos, y en base al trabajo diario de la Cooperativa (COOPTL) se puede recomendar la implementación de medidas, divididas en varias etapas.

Como primer paso, es recomendable iniciar un análisis para el recambio de medidores convencionales por medidores inteligentes. Este paso, se recomienda sea realizado en etapas y debe sincronizarse con programas didácticos de capacitación<sup>176</sup> y entrenamiento

---

<sup>176</sup> Un dato interesante es que, la Red Eléctrica de España (REE), ha lanzado 'Cuadernos en red', una colección de seis monográficos divulgativos. Su principal objetivo es impulsar y difundir la transición energética en España, además de hacer una llamada a la acción al introducir al lector en el paradigma del nuevo modelo energético. Las seis publicaciones se centran en la descarbonización de la economía, en explicar cómo llega la luz a nuestros hogares, en el papel del consumidor activo, el vehículo eléctrico, el autoconsumo en los hogares, y las interconexiones eléctricas. Los detalles del programa pueden encontrarse en <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/especiales/2020/02/cuadernos-de-la-transicion-energetica-en-red> [último acceso febrero 2020].

de los consumidores a fin de lograr el mayor potencial en el uso de estos sistemas y, en consecuencia, optimizar el uso de la energía. Hay que tener en cuenta que ambas medidas deben fluir en paralelo ya que el mayor provecho se obtiene mediante la educación del vecino hacia mejores prácticas en el uso de la energía. Se debe tener en cuenta que el solo uso de los medidores inteligentes no asegura de ninguna manera una efectiva colaboración del usuario final a reducir sus consumos si no está acompañada de programas que fomenten la conciencia del valor de la energía y den las herramientas de conocimientos para un mejor uso del equipo.

En este sentido, la capacitación del personal designado para los programas de educación del consumidor en el uso de la energía, debe ser prioritaria a fin de evacuar todas las inquietudes de los vecinos, además de establecer vías de contacto para una fluida interacción con la COOPTL.

Está implícito en los párrafos precedentes, que la implementación de esta nueva tecnología debe asegurar sistemas de lectura para el usuario como ser las pantallas o displays, presentados en capítulos anteriores a fin de brindar una interfaz<sup>177</sup> amigable que permita aprovechar de manera más eficiente las bondades del sistema. De esta manera, tanto la distribuidora, desde su centro de control, como los vecinos, mediante el conocimiento en tiempo real de sus consumos, colaborarán activamente en una relación de oferta-demanda que mejorará el ajuste de los parámetros críticos y reducirá los costos asociados a la operación y el mantenimiento, como también así la posibilidad de extender los plazos de inversión para ampliaciones de la red a cargo de la cooperativa.

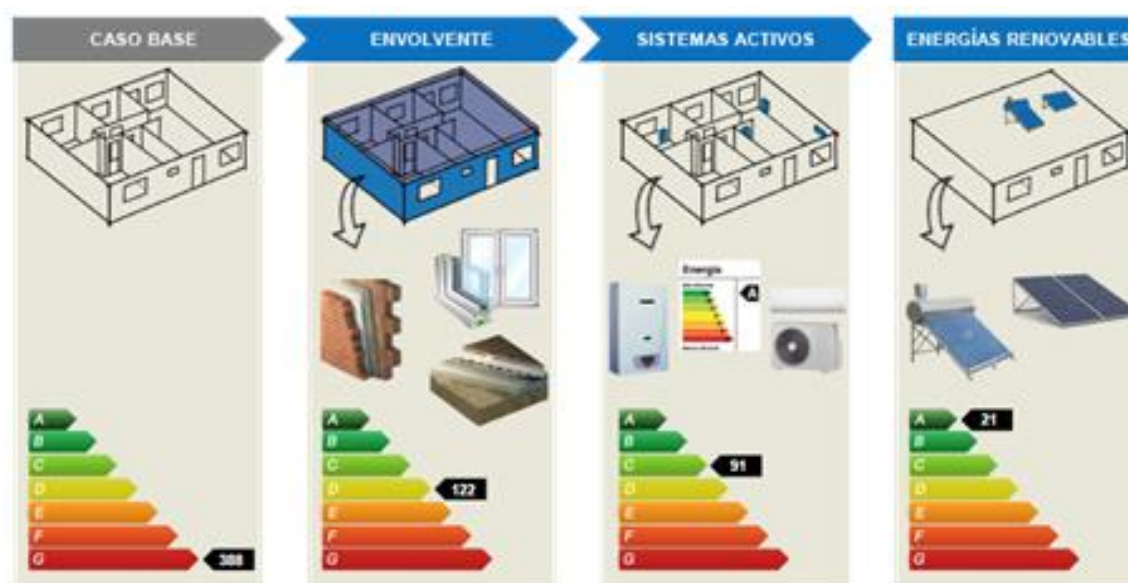
En una segunda etapa se debería promover, en un trabajo conjunto de la COOPTL y el municipio la aplicación del etiquetado de viviendas, cuyo desarrollo se realiza desde organismos nacionales, a fin de aumentar los niveles de ahorro de energía.

En la siguiente figura se observa cómo incide en la vivienda cada aspecto de mejora.

---

En el presente análisis, la recomendación sobre la capacitación del ciudadano está orientada a buscar y aplicar la mejor forma de llegada a los vecinos del municipio de Trenque Lauquen. En general las charlas grupales y reuniones en instituciones oficiales o de encuentros sociales, sumado a la creación de portales didácticos en páginas web tanto de la COOPTL y/o del municipio, potencian y efectivizan la tarea de aprendizaje y concientización.

<sup>177</sup> Proviene del inglés interface. Según la definición de la Real Academia Española, se trata de una conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones. Más información en <https://dle.rae.es/interfaz>



**Figura 60.** En la imagen puede observarse la evolución del etiquetado de una vivienda de acuerdo a la incorporación de medidas de eficiencia energética. Fuente: Ex Subsecretaría de energías renovables y eficiencia energética. Más información en <https://www.argentina.gob.ar/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones>

El sistema de etiquetado permitiría a la COOPTL crear una base de datos, a fin de promover acciones en conjunto con el municipio e instituciones afines<sup>178</sup>, para mejorar las condiciones edilicias tanto de consumidores residenciales, públicos y comerciales, en principio. Estas medidas promueven, al igual que los medidores inteligentes, condiciones propicias para encarar los desafíos que presenta la administración de la energía en este nuevo paradigma del siglo XXI.

En consecuencia, la segunda recomendación, que puede ser tratada en paralelo con la primera, se afianzaría a través de encuentros de charlas, debates e intercambio de ideas, entre los vecinos y los actores del sector energético, y las instituciones oficiales, necesarios para la evolución de las condiciones en el uso responsable y consciente de los recursos energéticos de la ciudad.

Una tercera recomendación, es el fomento e incentivo de la instalación de generación distribuida que, si bien se complementa con el primer paso en el recambio de medidores, está sujeta a la capacidad de inversión de los vecinos de la ciudad, instituciones, comercios y demás sectores de consumo. Sin embargo, se sugiere a la COOPTL, junto a las autoridades del municipio, de ser necesario, la elaboración de un plan piloto para la instalación en edificios públicos de generación distribuida con conexión a red con el objeto de analizar su desempeño en el abastecimiento interno de dichas instalaciones y el aporte

<sup>178</sup> La participación de colegios de ingenieros, arquitectos, profesionales y entidades educativas posee una importancia superlativa en el armado de programas de mejoras edilicias que permitan lograr los objetivos fijados. Trenque Lauquen posee un valor agregado que demuestra sus compromisos de aunar esfuerzos por el bien común, hace un par de décadas con la creación de su planta de reciclado modelo en la región.



del excedente a la red. Este plan piloto puede o no incluir almacenamiento<sup>179</sup> de energía mediante un banco de baterías, cuya conveniencia será analizada por los órganos e instituciones intervinientes en el proceso.

La introducción de generación distribuida presenta una potencial oportunidad, para el aprovechamiento de mejoras en el sistema eléctrico, al promover, como se mencionó en capítulos anteriores, energía localizada en puntos internos de la red. Esto permite en una futura planificación plantear una potencial división de la ciudad en *zonas de generación*<sup>180</sup>, dentro de la matriz local, con el objetivo de aportar energía y evitar, en caso de colapso del suministro externo, que toda la red de distribución acompañe la falla mencionada. En este sentido el plan piloto sugerido, da el puntapié inicial para la creación de unidades de generación distribuida en la ciudad que permitan en una etapa de expansión fortalecer el sistema frente a fallos fortuitos.

En esta instancia es oportuno mencionar que existe un proyecto denominado iDistributedPV<sup>181</sup> cuyo objetivo es facilitar la integración de esta gran cantidad de nueva potencia en las redes de distribución actuales, y recopilar las mejores prácticas para favorecer el desarrollo de esta tecnología. Dicho proyecto liderado por APPA<sup>182</sup> Renovables (Asociación de Empresas de Energías Renovables) ha analizado a lo largo de 30 meses más de 80 casos reales de proyectos fotovoltaicos en cinco redes distintas de distribución de la Unión Europea, en Alemania, Grecia, Lituania, Polonia y España. Estos proyectos incluyen en su análisis: adecuación de la demanda, tecnología fotovoltaica y almacenamiento, así como impacto de las instalaciones fotovoltaicas en el precio de mercado mayorista y en la estabilidad del sistema.

En Argentina, por su parte, se avanza con la instalación de generación distribuida en el ámbito nacional. Es así que en los reportes publicados por la Secretaría de Energía de septiembre de 2019 y mayo de 2020 pueden apreciarse la evolución de las conexiones y trámites en cuestión.

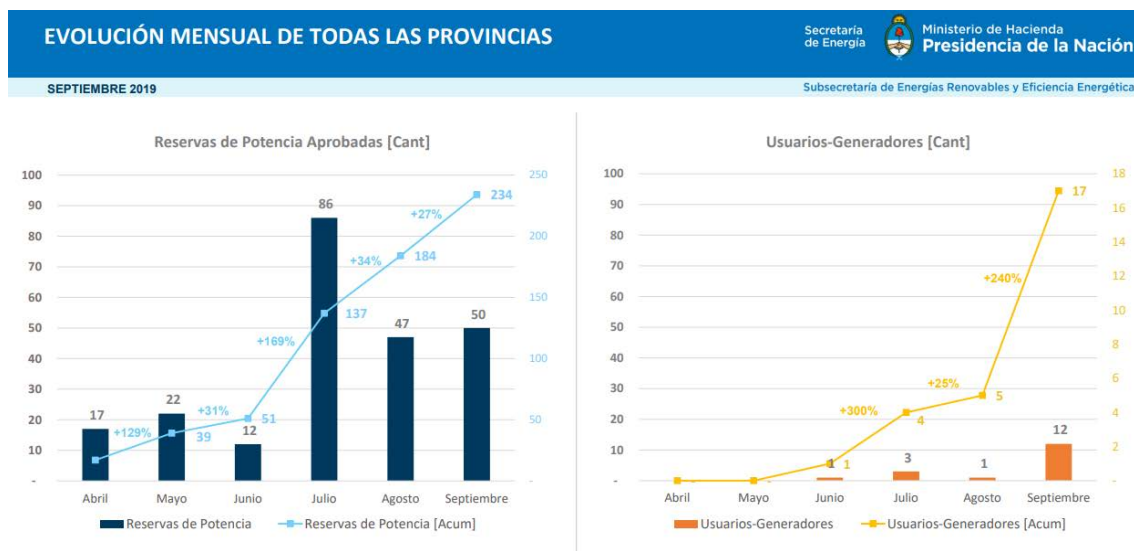
---

<sup>179</sup> Respecto de la capacidad de almacenamiento de los equipos de GD, la Ley nacional 27424/17 no prevé esta condición por lo que el excedente entregado a la red pública bajo esta modalidad estará sujeto a la reglamentación y condiciones que el distribuidor local establezca en una posible instancia de prueba.

<sup>180</sup> Las zonas de generación, es un concepto de elaboración propia que hace referencia a zonas delimitadas que pueden funcionar solas o en conjunto con el resto y mejorar las condiciones de suministro de la red en general. En caso de una interrupción del servicio total o parcial, ya sea por circunstancias internas (meteorológicas, falla de equipos, otros), como externas estas zonas permitirían continuar con el abastecimiento de energía de su radio de influencia, las cuales como ejemplo sugerido podría ser de 4 o más cuadras. En el Anexo I se sugiere un esquema.

<sup>181</sup> Con el fin de que la generación fotovoltaica distribuida alcance su potencial, el programa de investigación e innovación Horizon 2020, de la Unión Europea, ha elegido el proyecto iDistributedPV que estudiará las barreras actualmente existentes en distintos países de la Unión. El proyecto es considerado crítico para el desarrollo del autoconsumo a nivel europeo. Más información en <http://www.idistributedpv.eu>

<sup>182</sup> La Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA) agrupa a empresas y entidades cuyo objeto es el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía en todas sus formas. Además, participa activamente en las principales instituciones públicas y privadas españolas del sector energético. APPA tiene entre sus objetivos primordiales defender los intereses del sector, proporcionar información específica de un modo constante sobre las energías renovables y brindar asesoramiento legal y criterios de actuación a sus asociados. Más información en <https://www.appa.es>

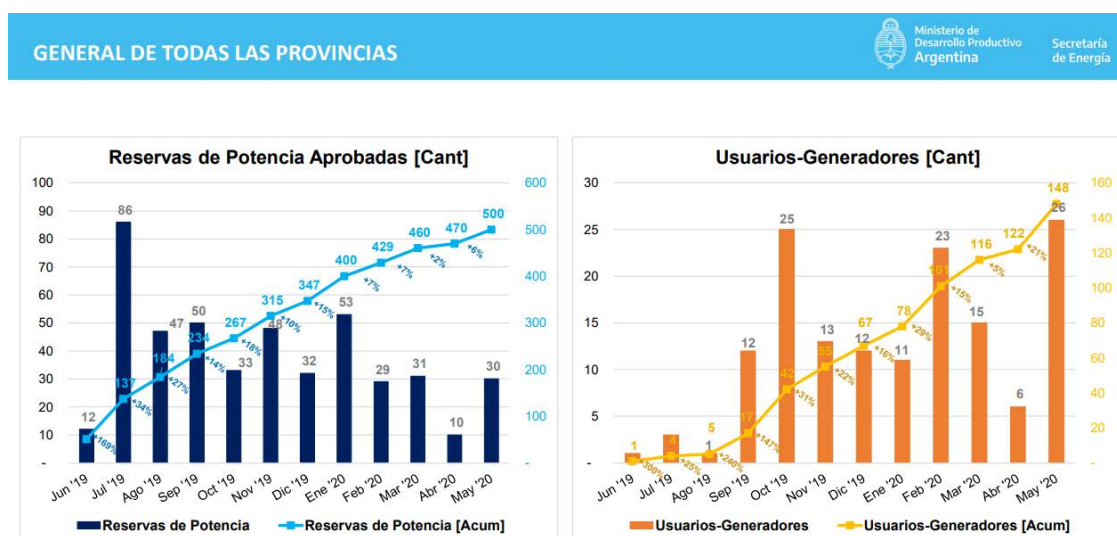


De un total acumulado de 234 proyectos con Reserva de Potencia Aprobada, 17 han completado la instalación y cuentan con un medidor bidireccional, convirtiéndose en Usuarios-Generadores.

**Figura 61.** Gráfica de la evolución de las conexiones en generación distribuida a septiembre de 2019. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte\\_general\\_septiembre\\_2019\\_-\\_publico\\_1.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_general_septiembre_2019_-_publico_1.pdf). Secretaría de Energía. Ministerio de Producción. Argentina. [acceso febrero de 2020]

Cabe recordar, que la normativa de GD, si bien en países, principalmente pertenecientes a Europa y Estados Unidos se ha desarrollado hace varias décadas, la implementación efectiva basada en los marcos regulatorios ha visto muchas modificaciones a fin de adaptarse a los cambios en las variables de mercado, la evolución de la tecnología y la protección del medio ambiente. Por ende, es de destacar que, en Argentina, la ley ha tenido, si bien en proporciones pequeñas, una importante respuesta por parte de los consumidores que apuestan en la incorporación de equipamiento a pesar de los vaivenes de la economía local. En este sentido, Argentina tiene un importante potencial ya que cuenta con una variedad de climas y geografía casi único en el mundo, y las normativas tanto nacionales, provinciales como locales deben acompañar el aprovechamiento sostenible de dichos recursos, con los incentivos adecuados para la evolución hacia una matriz eléctrica eficiente, confiable y no contaminante.

A continuación, se muestra una gráfica del estado de los trámites de permisos para la habilitación de equipamiento de GD.



De un total acumulado de 500 proyectos con Reserva de Potencia Aprobada, 35 solicitaron el cambio de medidor y 148 ya completaron la instalación, cuentan con un medidor bidireccional y se convirtieron en Usuarios-Generadores.

**Figura 62.** Gráfica de la evolución de las conexiones en generación distribuida a mayo de 2020. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte\\_de\\_avance\\_-\\_may\\_2020\\_v2.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_-_may_2020_v2.pdf). Secretaria de Energía. Ministerio de Producción. Argentina. mayo 2020. [acceso julio de 2020]

En las gráficas se aprecia el salto acumulado de 17 usuarios-generadores en septiembre de 2019 a 148 en mayo de 2020, lo que representa un avance en la potencia instalada de 131kW a 1701kW respectivamente, es decir que las instalaciones se multiplicaron por doce en el período observado.

Es importante destacar que, si bien hay una participación con números conservadores, nuestro país está en una etapa prematura con respecto a esta nueva forma de generación de energía, sumado a lo ya mencionado respecto de las condiciones económicas generales. A pesar de esto, existe una porción de los consumidores, que puede afrontar las inversiones que implican dicho equipamiento y que de alguna manera inaugura un nuevo sendero en el uso de la energía.

Como se ha mencionado en anteriores capítulos, el camino emprendido no es fácil, sobre todo para Argentina, que posee una larga historia signada por las limitaciones al acceso a créditos rentables, sumado a la alta carga impositiva, y costos elevados de adquisición e instalación de equipos. Sin embargo, el trabajo de los gobernantes en todos sus estamentos, las instituciones, organismos y entidades profesionales, junto a la ciudadanía debe ser direccionado hacia el objetivo de mejorar cada día más la calidad de vida en las ciudades y por eso, el uso de las herramientas actuales para una eficiente administración de la energía, es indispensable.

## Palabras finales

La elaboración de políticas energéticas ha tenido como reto la implementación de sistemas y configuraciones de redes que siempre fueron por delante de las normativas vigentes y que incluso en los países pioneros de dichos avances han sufrido los avatares de la burocracia y los conflictos de acuerdo entre las partes interesadas.

Es, sin embargo, muy satisfactorio, que en la investigación realizada se hayan encontrado importantes potencialidades en Argentina para el desarrollo de tales desafíos. En consecuencia, no debe perderse de vista la importancia de los recursos que nuestro país posee (llámese diversidad de climas, escasos eventos meteorológicos catastróficos), así como el potencial humano que reside en él. Es entonces imperativo que se tomen las medidas adecuadas para la continuidad, fortalecimiento y evolución de las normativas respecto a energías renovables y eficiencia energética a fin de introducir a la Argentina en el sendero de un uso responsable y eficiente de los recursos energéticos. En este sentido, y como se ha mencionado, las ciudades son las principales protagonistas de esta historia ya que en ellas se encuentra reunida la mayor parte de los habitantes de una nación. Los residentes nacen, crecen, se desarrollan, construyen casas, usan medios de transporte para movilizarse, iluminan sus calles y hogares, utilizan electrodomésticos a fin de mejorar su confort y, por ende, todas estas actividades consumen un bien preciado y escaso, la energía.

“...el desarrollo urbano y territorial sostenible es un elemento indispensable para alcanzar el desarrollo sostenible y la prosperidad de todos.” (ONU-Habitat III, 2016, p.5)

Es entonces que las ciudades deben comenzar a repensarse como células fundamentales de un organismo más grande que es el país, a fin de transformarlas en unidades socio-económicas eficientes, mediante el aprovechamiento de los beneficios que la tecnología, la educación y el respeto por el medio ambiente brindan en pos de un bienestar sustentable. De esta manera, parte del desarrollo del país, supondrá un trabajo de adentro hacia afuera ya que, al fortalecer y mejorar el bienestar de las ciudades, la provincia que las contiene se verá fortalecida y así, el país en toda su amplitud.

*El hombre es el único ser vivo que puede decidir tener una vida en armonía con su medio ambiente o tratarlo como su enemigo. De esa decisión depende su futuro.*

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Precio promedio de las tecnologías adjudicadas. Elaboración propia con datos de la SSER, Ministerio de Hacienda. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Precios promedios de las distintas subastas. Elaboración propia con datos de la SSEREE, Ministerio de Hacienda. ....	25
<b>Tabla 3.</b> Descripción de energías renovables. ....	27
<b>Tabla 4.</b> Tarifas de inyección para usuarios-generadores. Publicado en el Boletín Oficial el 24/07/2019 bajo la Resolución del ENRE N° 189/2019. ....	36
<b>Tabla 5.</b> Equivalencias para el recambio de luminarias de alumbrado público. Fuente OSRAM ...	91
<b>Tabla 6.</b> Resultados de los distintos escenarios propuestos (Deco, 2013).....	91
<b>Tabla 7.</b> Datos del censo del parque de alumbrado público. Elaboración propia. Cortesía de la Municipalidad de Trenque Lauquen. ....	120
<b>Tabla 8.</b> Equivalencias entre tecnologías de lámparas. Fuente: <a href="https://www.ledhut.co.uk">https://www.ledhut.co.uk</a> .....	121
<b>Tabla 9.</b> Escenario actual con 5% de penetración de tecnología LED y escenario con el 100% de luminarias con lámparas LED. Elaboración propia en base a los datos compartidos por el municipio de Trenque Lauquen. ....	122
<b>Tabla 10.</b> Distribución de los consumos de gas correspondientes a los usuarios residenciales de GBA. Fuente: Revista Petrotecnia, 2017. ....	125
<b>Tabla 11.</b> Distribución de los consumos residenciales luego de aplicar los porcentajes de ahorro. Elaboración propia .....	125

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Maqueta proyecto Venus. <a href="https://www.thevenusproject.com">https://www.thevenusproject.com</a> .....	11
<b>Figura 2.</b> Vista aérea de la ciudad de Houten, Holanda (Skypitures, 2018) .....	13
<b>Figura 3.</b> Vista aérea de la ciudad de Fujisawa, Japón. (Fujisawasst, 2018) .....	13
<b>Figura 4.</b> Plano de la ciudad de Songdo. Fuente: <a href="http://songdoibd.com">http://songdoibd.com</a> .....	15
<b>Figura 5.</b> Resolución 21/2016. Nueva capacidad de generación térmica y de producción de energía eléctrica asociada, con compromiso de estar disponible en el mercado eléctrico mayorista para satisfacer requerimientos esenciales de la demanda. Secretaría de Energía Eléctrica. Ministerio de Energía y Minería. Argentina. 2016. Potencia máxima acumulada 3166,1MW. Elaboración propia. Fuente de los datos: CAMMESA.....	19
<b>Figura 6.</b> Esquema del perfil de la roca sedimentaria y el método de perforación. Fuente: IAPG. 21	

<b>Figura 7.</b> Producción de gas convencional y no convencional en la cuenca Neuquina. Elaboración propia. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda. ....	22
<b>Figura 8.</b> Posicionamiento internacional de Argentina en la existencia potencial de recursos no convencionales. Fuente: YPF, 2019. ....	22
<b>Figura 9.</b> Distribución de potencia adjudicada por tipo de tecnología. Elaboración propia con datos de la SSEREE, Ministerio de Hacienda. ....	24
<b>Figura 10.</b> Instalaciones de generación distribuida en zonas aisladas. En las fotos a) y b) sistema instalado en hogares, figuras c) y d) suministro a escuelas. Imagen e) instalación en configuración de micro-red. Fuente: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, Ministerio de Hacienda. ....	29
<b>Figura 11.</b> Porcentajes de participación de las provincias en el régimen de fomento de la generación distribuida. Incluye Capital Federal. Puede observarse que solo un tercio del país no posee legislación sobre el tema. Fuente: Elaboración Propia. ....	34
<b>Figura 12.</b> Cuadro comparativo entre las normativas de las provincias que no adhirieron a la ley 27424 y la ley nacional en cuestión. Elaboración propia en base a las normativas provinciales y nacionales. Fuente de la legislación consultada: Infoleg. ....	35
<b>Figura 13.</b> Sistema de transporte de la energía desde su punto de producción hasta el consumidor final. Fuente: EPRS. ....	39
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de la inyección de potencia correspondiente a la captura del día 10.06.2019. Fuente: CAMMESA. ....	44
<b>Figura 15.</b> Maqueta digital del proyecto. San Juan, G. (2014). Vista de conjunto. Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social. Tapalqué, provincia de Buenos Aires, Argentina. ....	50
<b>Figura 16.</b> Prototipo de vivienda. Contará con 38m <sup>2</sup> . El Diseño se realizó teniendo como base el proyecto Semilla del Plan Nacional de Vivienda Región Puna. Fuente: <a href="http://prensa.jujuy.gob.ar/?s=viviendas+sustentables">http://prensa.jujuy.gob.ar/?s=viviendas+sustentables</a> ....	52
<b>Figura 17.</b> Esquema simbólico de conexión de un equipo de generación distribuida. ....	60
<b>Figura 18.</b> Esquema simbólico de conexión de equipo con batería de almacenamiento. ....	61
<b>Figura 19.</b> Esquema de la red utilizada y el punto de medición. Fuente Informe UNLP-IITREE ...	63
<b>Figura 20.</b> Ejemplos de medidores inteligentes. Fuente ENEL, The Telegraph, <a href="http://www.smart-energy.com">www.smart-energy.com</a> . ....	69
<b>Figura 21.</b> Esquema de una Smart Grid. Una red inteligente puede integrar diversas fuentes de energías para proporcionar el suministro propio a la red. Fuente: IEEE. ....	70
<b>Figura 22.</b> El sistema de almacenamiento está ubicado aproximadamente a 15km al norte de Jamestown en el sur de Australia. Fuente: <a href="https://hornsdalespowerreserve.com.au/overview/">https://hornsdalespowerreserve.com.au/overview/</a> . Google Imagery 2019. NASA. ....	75
<b>Figura 23.</b> Respuesta del sistema HPR a una caída en la frecuencia del sistema debido al desenganche de una unidad en Loy Yang A, Victoria. Fuente AEMO. ....	76
<b>Figura 24.</b> Respuesta del HPR vs 6seg. F-CAS. Fuente: Aurecon. ....	77
<b>Figura 25.</b> Banco de baterías provisto por Tesla, instalado junto al complejo eólico Hornsdale en el sur de Australia, desarrollado por la compañía francesa Neoen. Foto: Clément Viaud (Asset Manager, Neoen Australia). Arena Insights fórum. Noviembre 2018. ....	78
<b>Figura 26.</b> Maqueta digital del proyecto de almacenamiento de energía en baterías. Fuente Scottish Power. ....	79

<b>Figura 27.</b> Proyecto La Travesía con almacenamiento. Fuente EPSE.....	81
<b>Figura 28.</b> Esquema de funcionamiento de la central Rio Grande. Fuente EPEC.....	83
<b>Figura 29.</b> Columbia Hills CAES plant. Techno-economic Performance Evaluation of Compressed Air Energy Storage in the Pacific Northwest. Fuente DOE.....	85
<b>Figura 30.</b> Ejemplo de equipo de cogeneración. Fuente: <a href="http://www.schmitt-enerotec.com">www.schmitt-enerotec.com</a> .....	87
<b>Figura 31.</b> Etiquetado de ventiladores de techo y lavavajillas. (IRAM).....	89
<b>Figura 32.</b> Eficiencia energética de las tecnologías de iluminación doméstica ( <a href="http://www.iluminacionalve.com">www.iluminacionalve.com</a> ).....	90
<b>Figura 33.</b> Evolución de la penetración de medidores inteligentes en el territorio de EEUU. Fuente FERC.....	93
<b>Figura 34.</b> Penetración de medidores inteligentes por sector y región en los Estados Unidos. Fuente FERC 2018.....	93
<b>Figura 35.</b> Esquemas de monitoreo de consumos de energía con integración de todos los electrodomésticos al sistema. Fuente: Ehrhardt-Martinez (2010). ....	94
<b>Figura 36.</b> En la imagen izquierda puede observarse un termo-tanque o colector solar comercial. Este equipo se coloca en general en los techos de las viviendas haciendo que el sol al calentar las varillas de un material absorbente, transmita dicho flujo al interior del tanque y caliente el agua en su interior. En la imagen derecha se observa un esquema que indica como fluye el calor en las distintas etapas del equipo. Fuente FIASA.....	101
<b>Figura 37.</b> Esquema de instalación de termo-tanque solar como complemento del tanque tradicional. Fuente FIASA.....	103
<b>Figura 38.</b> Fuente: <a href="http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/convocan-a-interesados-en-adquirir-calefones-o-termotanques-solares/65149">http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/convocan-a-interesados-en-adquirir-calefones-o-termotanques-solares/65149</a> .....	104
<b>Figura 39.</b> Ubicación geográfica de Trenque Lauquen. Fuente: Google Maps.....	106
<b>Figura 40.</b> Gráfica de consumos en base a los últimos 3 censos. Elaboración propia.....	107
<b>Figura 41.</b> Semi-anillo de MT que alimenta el caso urbano de Trenque Lauquen. Fuente COOPTL.....	108
<b>Figura 42.</b> Cierre del anillo de MT que alimenta el caso urbano de Trenque Lauquen. Fuente COOPTL.....	109
<b>Figura 43.</b> Obras realizadas en líneas y estaciones de transformación. Fuente COOPTL.....	110
<b>Figura 44.</b> Gráfica de incremento de consumo de energía 2010-2018. Elaboración propia en base a los datos de la COOPTL.....	110
<b>Figura 45.</b> Gráficas de la evolución del consumo de energía por sector en 2010-2015 y 2018. Elaboración propia en base a los datos provistos por el Balance Energético Nacional (BEN 2010-2015-2018).....	111
<b>Figura 46.</b> Gráfica de la evolución del consumo de la demanda en la ciudad de Trenque Lauquen. Elaboración propia en base a los datos de COOPTL.....	114
<b>Figura 47.</b> Gráfica de la evolución del consumo de la demanda en época invernal, en la ciudad de Trenque Lauquen. Elaboración propia en base a los datos de COOPTL.....	115
<b>Figura 48.</b> Detalle de las variaciones de la demanda residencial en época invernal analizada en el período 2010-2018. Elaboración propia en base a los datos provistos por la CETL.....	116
<b>Figura 49.</b> Evolución del consumo residencial nacional en el período 2010-2018. Elaboración propia con datos del informe anual 2018 de CAMMESA.....	117

<b>Figura 50.</b> Consumo del alumbrado público. Elaboración propia en base a los datos de la COOPTL. ....	118
<b>Figura 51.</b> El parque está compuesto por un 29,2% de sodio de alta presión, un 61,6% de mercurio halogenado y solo un 9,2% es LED. Elaboración propia con datos suministrados por la Municipalidad de Trenque Lauquen. ....	119
<b>Figura 52.</b> Se observa que la potencia instalada en equipamiento LED representa solo un 5% respecto del resto del parque de iluminación, el cual se compone de tecnología tradicional menos eficiente. Elaboración propia con datos del Municipio de Trenque Lauquen. ....	120
<b>Figura 53.</b> Gráfica del consumo 2018 y el potencial escenario del mismo año si todas las luminarias se convirtieran a LED. Elaboración propia en base a los datos de la Municipalidad de Trenque Lauquen.....	123
<b>Figura 54.</b> Se aprecia como varía el ahorro de energía en la medida que aumenta la penetración de medidores inteligentes (SM). Elaboración propia. ....	127
<b>Figura 55.</b> En la gráfica, se observa el impacto que posee los diferentes grados de penetración de medidores inteligentes. Luego, con línea punteada verde, se aprecia el resultado de la combinación entre los medidores inteligentes y los cambios de comportamiento respecto al uso de la energía. Elaboración propia. ....	128
<b>Figura 56.</b> De las memorias de balance anual de la COOPTL se extrajeron los datos de las pérdidas registradas pertenecientes al año base 2018. Cabe señalar que, si bien los avances tecnológicos contribuyen en gran medida a la optimización en el uso de la energía, la edificación sustentable, mantiene su atributo de ser la aplicación que mayormente reduce el consumo de energía en un hogar y, por ende, la sollicitación a la red local. Es importante mencionar que, en el análisis, se omitieron las pérdidas por hurto, las cuales, según las memorias de balance de la cooperativa, se estiman en alrededor de 20 irregularidades anuales. Entonces, si se supone un consumo de 500kWh/mes por cada irregularidad, dichas pérdidas aportarían el 0,7% del total, en consecuencia, poseen un bajo impacto. Elaboración propia. ....	130
<b>Figura 57.</b> Proyecciones del consumo eléctrico para los países OECD y no-OECD. Fuente DOE .....	133
<b>Figura 58.</b> Proceso de fusión nuclear. Fuente <a href="https://www.iter.org/proj/inafewlines">https://www.iter.org/proj/inafewlines</a> .....	137
<b>Figura 59.</b> Potenciales ahorros en la compra de energía por aplicación de políticas de eficiencia. Elaboración propia .....	140
<b>Figura 60.</b> En la imagen puede observarse la evolución del etiquetado de una vivienda de acuerdo a la incorporación de medidas de eficiencia energética. Fuente: Ex Subsecretaría de energías renovables y eficiencia energética. Más información en <a href="https://www.argentina.gob.ar/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones">https://www.argentina.gob.ar/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones</a> .....	143
<b>Figura 61.</b> Gráfica de la evolución de las conexiones en generación distribuida. Recuperado de <a href="https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_general_septiembre_2019_-_publico_1.pdf">https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_general_septiembre_2019_-_publico_1.pdf</a> . Secretaría de Energía. Ministerio de Producción. Argentina. [acceso febrero de 2020] .....	145
<b>Figura 62.</b> Recuperado de <a href="https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_-_enero_2020.pdf">https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_-_enero_2020.pdf</a> . Secretaría de Energía. Ministerio de Producción. Argentina. enero 2020. [acceso febrero de 2020] .....	146



**Figura 63.** Esquema sugerido para la delimitación en la ciudad de las zonas de generación distribuida. Para la configuración sugerida se tuvo en cuenta las zonas de mayor edificación del municipio. Elaboración propia. .... 168

## Glosario

<b>ACEEE</b>	American Council for an Energy-Efficient Economy
<b>ACS</b>	Agua Caliente Sanitaria
<b>ADEERA</b>	Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina
<b>AEMO</b>	Australian Energy Market Operator
<b>AMI</b>	Advanced Metering Infrastructure
<b>AP</b>	Alumbrado Público
<b>APPA</b>	Asociación de Empresas de Energías Renovables
<b>BEN</b>	Balance Energético Nacional
<b>CAMMESA</b>	Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima
<b>CHP</b>	Combined Heat and Power
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CO</b>	Monóxido de carbono. Es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera
<b>COAS</b>	Compressed Air Energy Storage. Almacenamiento energético de Aire Comprimido
<b>COP</b>	Conferencia de las Partes sobre el Cambio Climático
<b>COOPTL</b>	Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos asistenciales y créditos, vivienda y consumo Trenque Lauquen
<b>DOE</b>	Department of Energy. Departamento de Energía de Estados Unidos
<b>EDENOR</b>	Empresa Distribuidora Norte Sociedad Anónima
<b>EDESUR</b>	Empresa Distribuidora Sur Sociedad Anónima
<b>Edificación</b>	Implica viviendas residenciales, edificios públicos y comercios
<b>EE</b>	Eficiencia Energética
<b>ENC</b>	Energía No Consumida
<b>EPEC</b>	Empresa Provincial de Energía de Córdoba
<b>FASINGED</b>	Régimen de Fomento para la fabricación Nacional de Sistemas, Equipos e Insumos para Generación Distribuida
<b>FERC</b>	Federal Energy Regulatory Commission
<b>FERNOC</b>	Fuentes de Energía Renovables No Convencionales

<b>FODIS</b>	Fondo Para La Generación Distribuida De Energías Renovables
<b>FV</b>	Fotovoltaico
<b>GD</b>	Generación Distribuida
<b>GEI/GEIs</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GENREN</b>	Programa de Generación Eléctrica con Energías Renovables
<b>GNL</b>	Gas Natural Licuado
<b>HPR</b>	Hornsedale Power Reserve
<b>IDAE</b>	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IITREE</b>	Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<b>LEED</b>	Leadership in Energy & Environmental Design. Es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council)
<b>MATER</b>	Mercado a Término. Programa de contratos de abastecimiento de energía renovables entre privados
<b>MEM</b>	Mercado Eléctrico Mayorista
<b>MW</b>	Mega Watts. Unidad del sistema internacional MKS para la medida de potencia eléctrica.
<b>NOx</b>	Óxidos de nitrógeno. La mayor parte de las emisiones se producen en forma de óxido nítrico (NO), como contaminante primario en los procesos de combustión de combustibles fósiles como petróleo, carbón o gas natural.
<b>OED</b>	Organismo Encargado del Despacho
<b>O&amp;M</b>	Operación y mantenimiento
<b>ONG/ONGs</b>	Organizaciones No Gubernamentales
<b>ONU</b>	Organización de Naciones Unidas
<b>ONU-Habitat</b>	En ONU-Habitat se promueven cambios en las ciudades y los asentamientos humanos a través del conocimiento, el asesoramiento sobre políticas públicas, la asistencia técnica y la acción de colaboración, para no dejar a nadie ni a ningún lugar atrás.
<b>PERMER</b>	Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales
<b>PEV</b>	Plug-in Electric Vehicle. Conexión del Vehículo Eléctrico
<b>PHEV</b>	Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Conexión del Vehículo Híbrido
<b>PROINGED</b>	Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida
<b>PRONUREE</b>	Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Programa creado por el decreto de Eficiencia Energética 140/2007.
<b>PS</b>	Parque solar fotovoltaico

<b>PyMEs</b>	Pequeñas y Medianas Industrias
<b>RenovAr</b>	Programa de Energías Renovables
<b>RSU</b>	Residuos Sólidos Urbanos
<b>SADI</b>	Sistema Argentino de Interconexión
<b>SCOM</b>	Sistema de Comunicaciones
<b>Smart Grids</b>	Redes Inteligentes
<b>SOD</b>	Sistema de Operación y Despacho
<b>SOx</b>	Óxidos de azufre. Se forman por la combustión de cualquier sustancia que contenga azufre, como el carbón o el petróleo
<b>SSEREE</b>	Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética
<b>T&amp;D</b>	Transporte y Distribución
<b>Usuario-Generador</b>	Usuarios de la red de distribución que mediante permiso de la Distribuidora local instalaron equipos de generación de energías renovables a fin de abastecer su propia demanda e inyectar el excedente a la red previo contrato entre partes.
<b>WEC</b>	World Energy Council. Consejo Mundial de la Energía

## Bibliografía

ADEERA (2019). *Los hábitos como clave para el consumo renovable*. Información diaria de noticias. <http://www.adeera.com.ar/idn/idn.aspx>

Adefarati, T., Bansal, R.C. (2016). *Integration of renewable distributed generators into the distribution system: a review*. IET. USA. ISSN 1752-1416. doi: 10.1049/iet-rpg.2015.0378. Más información en [www.ietdl.org](http://www.ietdl.org).

Agüero, J.L., Barbera, G., Issouribehere, F., Mayer, H.G., Díaz, J., Castro N. (2016). *Experiencias en la incorporación de energía solar fotovoltaica en establecimientos de baja tensión*. Universidad Nacional de La Plata. Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4, pp. 04.91-04.100, 2016. ISBN 978-987-29873-0-5.

Ahmad A. W., Lee C., Shahzad G. and Yang H. (2016). *Energy-Efficient Intelligent Street Lighting System Using Traffic-Adaptive Control*. IEEE Sensors Journal, vol. 16, no. 13, pp. 5397-5405, July1, 2016. doi: 10.1109/JSEN.2016.2557345

Al-Maghalseh, M.M.A. (2018). *The Impacts of Distribution Generators' Size and Location on Power Efficiency and Voltage Profile in Radial LV Networks*. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal Vol. 3, No. 4, 276-283. ISSN: 2415-6698. [www.astesj.com](http://www.astesj.com)

Aurecon (2018). *Hornsdale Power Reserve*. Year 1 Technical and Market Impact Case Study. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/395050069/Aurecon-Hornsdale-Power-Reserve-Impact-Study-2018> [ultimo acceso abril de 2019]

- Australian Energy Market Operator (AEMO) (2018). Hornsdale Wind Farm 2 FCAS trial. Recuperado de <https://arena.gov.au/assets/2017/07/aemo-hornsdale-wind-farm-fcas-trial-report.pdf> [último acceso abril de 2019]
- Barbera, G. (2019). *Calidad de la Energía en el contexto de la integración de las FERNC*. IITREE-LAT (UNLP). Ponencia presentada en el IIFOROXM. Cartagena, Colombia. Desarrollado entre el 5 y 6 de septiembre de 2019.
- Bayod Rújula, A.A., Bernal-Agustín, J.L., Domínguez Navarro, J.A., Mur Amada, J., y Yusta Loyo, J.M. (2005). *Definitions for Distributed Generation: a revision*. RE&PQJ, Vol. 1, No.3, March 2005. Recuperado de <https://doi.org/10.24084/repqj03.295> [último acceso junio 2019]
- Beljansky, A. (2014). *Centrales Nucleares, la seguridad relacionada al diseño de las mismas*. (Tesis de maestría). CEARE. UBA. Argentina.
- Beljansky, M. (2016). *Recursos Energéticos Renovables*. CEARE. UBA. Argentina.
- Bertinat P. (2016). *Armstrong, un pueblo con energía inteligente*. Ministerio de Ciencia y Técnica de la Nación. [www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/post/2296/print](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/post/2296/print)
- Brundtland, Gro Harlem (1987). *Nuestro futuro común*. Comisión Mundial sobre el medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas. Informe A/42/427. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427> [último acceso julio de 2018]
- Bulacio, C. (2018). *Cómo será la integración de las distribuidoras en la generación distribuida con renovables*. Obtenida el 24 de diciembre de 2018, de <https://www.energiaestrategica.com/como-sera-la-integracion-de-las-distribuidoras-en-la-generacion-distribuida-con-renovables/>
- Carpio, C., Coviello, M. F. (2013). CEPAL. ONU. *Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: Avances y Desafíos del último quinquenio*. Resumen Ejecutivo. Naciones Unidas. Noviembre de 2013. Más información en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4106-eficiencia-energetica-america-latina-caribe-avances-desafios-ultimo-quinquenio> [último acceso abril de 2019]
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2012). Ley N° 4458. *Normas de acondicionamiento térmico en la construcción de edificios*. Publicada el 23/01/2013.
- Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2013). Decreto N° 25. Publicado el 15/01/2013.
- Comisión de Planificación y Coordinación Estratégica del Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas (2013). Resolución N° 60. Publicación 29/11/2013.
- Comisión de Planificación y Coordinación Estratégica del Plan Nacional de Inversiones Hidrocarburíferas (2015). Resolución N° 185. Publicación 29/09/2015.
- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima. (CAMMESA). *Misión, valores y servicios. Los procedimientos. Anexos para la operación en el MEM*.

Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima. (CAMMESA). Informe anual 2018.

Congreso de la Nación Argentina (1992). Ley N<sup>o</sup> 24065. Publicación: 16/01/1992.

Congreso de la Nación Argentina (1992). Ley N<sup>o</sup> 24076. Publicación: 09/06/1992.

Congreso de la Nación Argentina (1993). Ley N<sup>o</sup> 24295. Publicación: 11/01/1994.

Congreso de la Nación Argentina (2002). Ley N<sup>o</sup> 25612. Publicación: 25/07/2002.

Congreso de la Nación Argentina (2002). Ley N<sup>o</sup> 25675. Publicación: 28/11/2002.

Congreso de la Nación Argentina (2006). Ley N<sup>o</sup> 26190. Publicación: 02/01/2007.

Congreso de la Nación Argentina (2008). Ley N<sup>o</sup> 26473. Publicación: 21/01/2009.

Congreso de la Nación Argentina (2015). Ley N<sup>o</sup> 27191. Publicación: 21/10/2015.

Congreso de la Nación Argentina (2016). Ley N<sup>o</sup> 27270. Publicación: 19/09/2016.

Congreso de la Nación Argentina (2017). Ley N<sup>o</sup> 27424. Publicación: 27/12/2017.

Congreso de la Nación Argentina (2018). Ley N<sup>o</sup> 27492. Publicación: 08/01/2019.

Congreso de la Nación Argentina (2019). Ley N<sup>o</sup> 27520. Publicación: 20/12/2019.

Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos asistenciales y créditos, vivienda y consumo Trenque Lauquen (2012). *Inauguración de la Estación Transformadora Norte*. p.11-12. octubre 2012. Recuperado de: [http://190.2.80.239/servicios/eelectrica/Revi\\_Obra\\_ETNorte.pdf](http://190.2.80.239/servicios/eelectrica/Revi_Obra_ETNorte.pdf) [último acceso diciembre de 2018]

Cooperativa limitada de provisión de servicios eléctricos, obras y servicios públicos asistenciales y créditos, vivienda y consumo Trenque Lauquen (2018). *Proyecto Integral de 33kV. Inauguración de las obras*. Memoria y balance 2017-2018, p.51-56. Recuperado de: [http://190.2.80.239/instit/memybal/MEMORIA\\_17-18.pdf](http://190.2.80.239/instit/memybal/MEMORIA_17-18.pdf) [último acceso enero de 2019]

Dahlbom B., Egmond C., Greer H., Jonkers R. (2009). *Cambiando los hábitos de consumo energético. Directrices para programas dirigidos al cambio de comportamiento*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, España.

Darby S. (2006). *The Effectiveness of feedback on energy consumption*. Environmental Change Institute. University of Oxford. Reino Unido.

Darby S. (2015). *Smart metering early learning project: Synthesis report*. Department of Energy & Climate Change. University of Ulster. Reino Unido.

Deco, F. (2013). *Eficiencia energética en alumbrado público experiencia en la ciudad de Rosario*. GT2 – Eficiencia en energética en Hábitat. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE2013. Buenos Aires, Argentina.

Department of Energy (DOE) (2007). *The potential benefits of Distributed Generation and rate-related issues that may impede their expansion*. EPAAct 2005 Sec. 1817. pp. 3-19, 8-23. febrero de 2007.

Department of Energy (DOE) (2008). *The SMART GRID: An introduction*. USA. Más información en: [www.smartgrid.gov/document/smart\\_grid\\_introduction](http://www.smartgrid.gov/document/smart_grid_introduction) [último acceso junio de 2019]

Department of Energy (DOE) (2009). *Energy Storage-A key enabler of Smart Grid*. USA. [www.netl.doe.gov/File%20Library/research/energy%20efficiency/smart%20grid/whitepapers/Energy-Storage\\_2009\\_10\\_02.pdf](http://www.netl.doe.gov/File%20Library/research/energy%20efficiency/smart%20grid/whitepapers/Energy-Storage_2009_10_02.pdf) [último acceso septiembre de 2018]

Department of Energy (DOE) (2013). *Techno-economic Performance Evaluation of Compressed Air Energy Storage in the Pacific Northwest*. USA. Recuperado de: <https://caes.pnnl.gov/pdf/PNNL-22235.pdf> [último acceso abril de 2019]

Department of Energy (DOE) (2016). *Advanced metering infrastructure and Customer Systems*. USA. Recuperado de: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report\\_09-26-16.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/12/f34/AMI%20Summary%20Report_09-26-16.pdf) [último acceso julio de 2019]

Department of Energy (DOE) (2019). *International Energy Outlook 2019 with projections to 2050*. September 24, 2019. Recuperado de <https://www.eia.gov/ieo> [acceso diciembre 2019]

Diario La Opinión (2018). *Preocupación y bronca por los nuevos aumentos en la tarifa de electricidad*. Entrevista al gerente general de la Cooperativa de Electricidad de Trenque Lauquen, el Ing. Claudio Venturi. Trenque Lauquen, Buenos Aires. 5 de abril de 2018. Recuperado de <http://laopinion.com.ar/preocupacion-y-bronca-por-los-nuevos-aumentos-en-la-tarifa-de-electricidad/> [último acceso julio de 2020]

Díaz, C. & Hernández, J. (2011). *Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica* – Estado del Arte. Revista S&T, 9(18), 53-8.

Dietz T., Gardner G., Gilligan J., Stern P., Vandenbergh M. (2009). *Household Actions Can Provide a Behavioral Wedge to Rapidly Reduce U.S. Carbon Emissions*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 106. 18452-6. 10.1073/pnas.0908738106.

Dietz T., Gardner G., Gilligan J., Stern P., Vandenbergh M. (2009). *Implementing the Behavioral Wedge: Designing and Adopting Effective Carbon Emissions Reduction Programs*. Environmental Law Reporter. Washington, DC. EEUU.

Dirección Nacional de Escenarios y Planeamiento Energético (2019). *Escenarios Energéticos 2030*. Subsecretaría de Planeamiento Energético. Secretaría de Gobierno de Energía. Ministerio de Hacienda. Noviembre de 2019.

- Econojournal (2019). Entrevista a Juan Carlos Blanco, presidente de EDESUR. *Los medidores inteligentes permitirán optimizar los usos de la energía*. Recuperado de <https://econojournal.com.ar/2019/06/los-medidores-inteligentes-permitiran-optimizar-los-usos-de-la-energia/> [último acceso julio 2019]
- Ehrhardt-Martinez K., Donnelly K.A., Laitner J.A. (2010). *Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A meta-review for household electricity-saving opportunities*. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, DC. EEUU
- Energía Estratégica (2020). *Analizan el impacto de los aranceles a la importación de módulos fotovoltaicos sobre el desarrollo de la generación distribuida*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.energiaestrategica.com/71117-2/> [último acceso enero de 2020]
- Energía provincial Sociedad del Estado (EPSE) (2019). *Las 5 provincias que han adherido a la Ley nacional de Generación Renovable Distribuida hasta el momento*. Más información en: [www.epsesanjuan.com.ar/index.php/web/novedad/las-5-provincias-que-han-adherido-a-la-ley-](http://www.epsesanjuan.com.ar/index.php/web/novedad/las-5-provincias-que-han-adherido-a-la-ley-) [último acceso junio de 2019].
- Exxon Movil (2019). *Pioneers of innovation: George Mitchell, the father of an energy innovation no one saw coming*. USA. Más información en: <https://energyfactor.exxonmobil.com/news/george-mitchell/> [último acceso junio de 2019].
- Farengo R., Gervasoni J., Mayer R. E. (2013). Programa de actividades en fusión nuclear controlada. CNEA. Año XIII. Número 51/52. Julio-diciembre 2013.
- Fernández-Armesto M. y Noguera, G. (2015). *La resiliencia urbana, clave del futuro de las ciudades*. Reporte ONU-Hábitat. España. Más información en: [http://elpais.com/elpais/2015/05/21/planeta\\_futuro/1432231832\\_145438.html](http://elpais.com/elpais/2015/05/21/planeta_futuro/1432231832_145438.html) [último acceso julio de 2018]
- Fischer C. (2008). *Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?* Energy Efficiency. 1:79-104. DOI 10.1007/s12053-008-9009-7
- Flores Jimeno M. R. y Santos Cebrián M. (2015). *El Mercado Eléctrico En España: La Convivencia de un monopolio natural y el libre mercado* [versión electrónica]. Revista Europea de Derechos Fundamentales - primer semestre 2015: 25, 257-297. ISSN 1699-1524.
- Furfaro H. (2017). *Eficiencia Energética en Iluminación*. Tecnologías de Eficiencia Energética. Maestría Interdisciplinaria en Energía. CEARE. UBA.
- Gastiarena M., Fazzini A., Prieto R., y Gil S. (2017). *Gas vs electricidad: uso de la energía en el sector residencial*. ENARGAS-UNSAM. Publicado en la Revista Petrotecnia del Instituto Argentino de Petróleo y Gas.
- Gill, C., & Lang, C. (2018). *Learn to conserve. The effects of in-school energy education on at-home electricity consumption*. Energy Policy, 118, 88-96.

doi:10.1016/j.enpol.2018.03.058. University of Rhode Island. EEUU. Recuperado de: [https://digitalcommons.uri.edu/enre\\_facpubs](https://digitalcommons.uri.edu/enre_facpubs)

Giuliani A.M., Fernandez N., Hollmann M.A., Ricotta N. (2016). *La explotación de Vaca Muerta y el impacto socio-económico en la provincia de Neuquén. El caso de Añelo. Efectos de la reforma de la ley nacional de hidrocarburos (2014)*. Revista Digital. Facultad de Ciencias Económicas. UNLP. Año 4 - N°7 enero/junio 2016. ISSN 2314 – 3738. Más información en <http://revistas.unlp.edu.ar/CADM>.

Gobierno de la provincia de Santa Fé. Programa de Educación Energética. <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/246983/1298905/file/Resumen%20del%20Programa%20Educación%20Energética.pdf> [último acceso noviembre de 2019].

Gobierno de la provincia de Jujuy. Plan Piloto para eficientizar energéticamente viviendas sociales construidas por cooperativas en la Provincia de Jujuy. Más información en: <http://prensa.jujuy.gob.ar/?s=viviendas+sustentables>. [último acceso noviembre de 2019].

Gonzalez-Longatt F. y Fortoul C. (2005). *Review of the Distributed Generation Concept: Attempt of Unification*. RE&PQJ, Vol. 1, No.3, March 2005. Recuperado de <https://doi.org/10.24084/repqi03.275>

Graziani M. (2015). *Normas IRAM sobre aislamiento térmico en edificios*. Materialidad II – Cátedra: Dr. Arq. Elio Di Bernardo. Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. Rosario. Recuperado de <https://m2db.files.wordpress.com/2015/07/normas-iram-2015.pdf>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2019). *Las decisiones que adoptemos ahora son fundamentales para el futuro de los océanos y la criosfera*. Comunicado de prensa del IPCC. 25 de septiembre de 2019. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/09/srocc\\_p51-pressrelease\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/09/srocc_p51-pressrelease_es.pdf) [ultimo acceso noviembre de 2019]

Guadagni, A. (2012). *Presente y Futuro del gas en la Argentina*. Econométrica SA. Recuperado de [http://www.iae.org.ar/Econometrica\\_FEB\\_2012.pdf](http://www.iae.org.ar/Econometrica_FEB_2012.pdf) [ultimo acceso marzo de 2019]

Henderson M.I., Novosel, D.and Crow, M.L. (2017). *Electric Power Grid Modernization Trends, Challenges, and Opportunities*. November 2017. IEEE.

Hesla, E., Brusso, B.C. (2008). *From Crystallography to Visible Light*. IEEE. Más información en <https://ias.ieee.org>

Hilbert, J.A. Ing. (s.f.). *Manual para la producción de biogás*. Instituto de Ingeniería Rural I.N.T.A. Castelar. Argentina.

IDAE (2019). *Guía para el desarrollo de instrumentos de fomento de comunidades energéticas locales*. Madrid. marzo de 2019. Documento recuperado de [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/quia\\_para-](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/quia_para-)



[desarrollo-instrumentos-fomento\\_comunidades\\_energeticas\\_locales\\_20032019\\_0.pdf](#)

International Energy Agency (IEA) (2011). *Smart Grids. Technology Roadmap*. EEUU. [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids\\_roadmap.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/smartgrids_roadmap.pdf) [último acceso agosto de 2018]

International Energy Agency (IEA) (2016). *World Energy Outlook 2016*. Pp.289-290. Francia. [www.iea.org](http://www.iea.org).

Ismael S. M., Abdel Aleem S.H.E., Abdelaziz A.Y., Zobaa A.F (2019). *State-of-the-art of hosting capacity in modern power systems with distributed generation*. *Renewable Energy*. Vol. 130. pp. 1002-1020. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.008>

Ivancic, A. (2019). *Guía para el desarrollo de Instrumentos de Fomento de Comunidades Energéticas Locales*. IDAE. Madrid, marzo 2019.

Jornadas FIDES (2010). *Las Tecnologías Energéticas y el Desarrollo Sustentable. SMART GRID La Visión de Edenor y sus Implementaciones*. Buenos Aires, Argentina.

Kyte R. (2015). *El papel futuro de la iniciativa. "Energía Sostenible para Todos" en la promoción de la energía sostenible*. Crónica ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-futuro-de-la-iniciativa-energia-sostenible-para-todos-en-la-promocion-de-la-energia> [último acceso diciembre 2020]

Laitner J. A., Ehrhardt-Martinez K., McKinney V. (2009). *Examining the scale of the Behaviour Energy Efficiency Continuum*. ECEEE Summer Study. EEUU.

Lins C. y Murdock H.E. (2019). *La repercusión de las tecnologías de la energía renovable en la eficiencia energética mundial*. ONU. Recuperado de <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-repercusion-de-las-tecnologias-de-la-energia-renovable-en-la-eficiencia-energetica-mundial> [acceso diciembre de 2019]

Maani A., Ranjbar A.M. y Sheikhi A. (2013). *Distributed Generation Penetration Impact on Distribution Networks Loss*. International Conference on Renewable Energies and Power Quality. Bilbao, España. ISSN 2172-038 X, No.11, March 2013.

Martinez N.C., Quiroga M., Zurbriggen N., (2012). *Lineamientos para la gestión integral de lámparas con contenido de mercurio como residuo peligroso en la República Argentina*. VII Congreso de Medio Ambiente /AUGM. UNLP. La Plata, Argentina.

Martinez-Velasco J.A., Guerra G. (2016). *Allocation of Distributed Generation for Maximum Reduction of Energy Losses in Distribution Systems*. p. 5-108. <http://dx.doi.org/10.5772/62842>

McKenna E., Pless J., & Darby S. (2018). *Solar photovoltaic self-consumption in the UK residential sector: new estimates from a smart grid demonstration Project*. Oxford, Reino Unido. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.006>

- McKerracher C. & Torriti, J. (2012). *Energy consumption feedback in perspective: Integrating Australian data to meta-analyses on in-home displays*. Energy Efficiency. 6. 10.1007/s12053-012-9169-3.
- Miller N. & Ye Z. (2003). *Report on Distributed Generation Penetration Study*. National Renewable Energy Laboratory. DOE. NREL/SR-560-34715
- Ministerio de Energía y Minería (2019). Balances Energéticos 2010, 2015, 2018. <https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/balances-energeticos> [último acceso noviembre de 2019].
- Ministerio de Energía y Minería (2017). Resolución E281. Publicación: 22/08/2017.
- Ministerio de Energía y Minería (2018). Eficiencia energética. Más información en: [www.minem.gob.ar/consejos-eficiencia](http://www.minem.gob.ar/consejos-eficiencia) [último acceso julio de 2018]
- Ministerio de Energía y Minería – Gobierno de Santa Fé (2018). *Sistema de certificación de eficiencia energética de inmuebles destinados a vivienda*. Otros organismos intervinientes en la elaboración del documento y forman parte integral en el desarrollo del proyecto de etiquetado son: INTI, IRAM, CNEA/IEDS. Recuperado de <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/233079/1218962/file/Sistema%20de%20Certificación%20EE.pdf> [último acceso junio de 2020]
- Ministerio de Energía (2019). *Instructivo para la disposición final de residuos peligrosos provenientes del recambio de luminarias de alumbrado público*. Recuperado de: [https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/sistemas\\_para\\_empresas/lamparas/instructivo\\_municipios/instructivo%20-%20municipios\\_v2.pdf](https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/sistemas_para_empresas/lamparas/instructivo_municipios/instructivo%20-%20municipios_v2.pdf). [último acceso septiembre de 2019].
- Ministerio de Ambiente y Producción Sustentable (2017). *Plan Sol en Casa*. Decreto N° 1000/2017. Publicado en el Boletín Oficial el 26 de julio de 2017.
- Moragues J. (2014). *Almacenamiento de energía*. Secretaria de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Recuperado de: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/almacenamiento\\_energia\\_2016\\_arg\\_innovadora\\_2020.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/almacenamiento_energia_2016_arg_innovadora_2020.pdf) [último acceso abril de 2019]
- Moré J. J. (2014). *Estrategias de Control Avanzado para Sistemas No Lineales. Aplicación al Control de Sistemas Híbridos de Generación de Energía Eléctrica basados en Pilas de Combustible*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería.
- Municipalidad de Rosario (2011). Ordenanza N° 8757-2011. *Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones*. Publicada el 06/07/2011.
- Municipalidad de Rosario (2013). Decreto N° 985/2013. Reglamenta a Ordenanza N° 8757/2011. Publicado el 29/05/2013.

Municipalidad de Rosario (2018). Decreto N° 2131/2018. Reglamenta a Ordenanza N° 8757/2011. Publicado el 03/10/2018.

Municipalidad de Rosario (2019). Ordenanza N° 9929/2019. *Certificado de eficiencia energética de inmuebles*. Modifica a Ordenanza 8757/2011. Publicado el 07/11/2019.

Nahmens I. y Joukar A. (2014). *Key Behaviors of Residents Who Need Energy Education*. A Journal of Policy Development and Research. Volume 16, Number 2. Department of Housing and Urban Development. Office of Policy Development and Research. EEUU.

NEOEN (2018). *Hornsedale Power Reserve. System Characteristics*. Más información en: <https://hornsedalepowerreserve.com.au/overview/> [último acceso abril de 2019]

Observatorio Industrial de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones (OIETIT) (2011). *Smart Grids y la evolución de la red eléctrica. España*. Más información en: <http://ametic.es/es/proyectos-relevantes/observatorio-etic> [último acceso agosto de 2018]

ONU (2015). Asamblea General. Proyecto de documento final de la cumbre de las Naciones Unidas para la aprobación de la agenda para el desarrollo después de 2015. Sexagésimo noveno período de sesiones. Nueva York. Septiembre de 2015. Informe A/69/L.85. Recuperado de [www.objetivosdesdesarrollodelmilenio.org.mx/Doctos/TNM\\_2030.pdf](http://www.objetivosdesdesarrollodelmilenio.org.mx/Doctos/TNM_2030.pdf) [último acceso abril de 2017]

ONU (2015). *World Population Prospects*. Department of Economic and Social Affairs. Informe ESA/P/WP.241. Recuperado de: [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key\\_Findings\\_WPP\\_2015.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf) [último acceso julio de 2018]

ONU (2016). Asamblea General. Proyecto de documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III). Quito, 17 a 20 de octubre de 2016.

ONU-Habitat (2016). *Ciudades Sostenibles: ¿Por qué son importantes?* Recuperado de: [http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11_Spanish_Why_it_Matters.pdf) [último acceso julio de 2018]

ONU (2019). *Perspectivas de la Población Mundial 2019*. Comunicado de Prensa. Nueva York. 17 de junio de 2019. Recuperado de <https://population.un.org/wpp/> [último acceso noviembre de 2019]

Paisan, P. (2016). *Eficiencia Energética en Argentina Etiquetado*. VII Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética. OLADE. Uruguay. 2016. Recuperado de: <http://www.olade.org/wp-content/uploads/2016/05/PabloPaisan-Sesion2-EficienciaEnergetica.pdf> [último acceso julio de 2019].

Palmintier B., Broderick R., Mather B., Coddington M., Baker K., Ding F., Reno M., Lave M., Bharatkumar A. (2016). *On the Path to SunShot: Emerging Issues and Challenges*

*in Integrating Solar with the Distribution System*. NREL/TP-5D00-6533, SAND2016-2524 R, NREL/TP-5D00-65331; SAND2016-2524R.

Parlamento Europeo y del Consejo (2009). Directiva (UE) 2009/28/CE. *Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. Se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE. 23 de abril de 2009.

Parlamento Europeo y del Consejo (2018). Directiva (UE) 2018/844. *Modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética*. 30 de mayo de 2018.

Parlamento Europeo y del Consejo (2018). Directiva (UE) 2018/2001. *Relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*. L328. 11 de diciembre de 2018.

Pérez-López, E. (2015). *Los sistemas SCADA en la automatización industrial. Tecnología en Marcha*. Vol. 28, Nº 4, octubre-diciembre. Pág. 3-14.

Philips L. y Smith P. (2015). *La energía urbana sostenible es el futuro*. Crónica ONU. <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-energia-urbana-sostenible-es-el-futuro> [último acceso diciembre 2020]

Poder Ejecutivo Nacional (2007). Decreto Nº 140. Publicación: 24/12/2007.

Poder Ejecutivo Nacional (2018). Decreto Nº 986. Reglamentación de la Ley Nº 27424/17. Publicación: 02/11/2018.

Poder Ejecutivo Nacional (2019). Decreto Nº 50. Publicación: 20/12/2019.

Reglamento Delegado (UE) No 626/2011 de la Comisión por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al *etiquetado energético de los acondicionadores de aire*. Diario Oficial de la Unión Europea. 4 de mayo de 2011.

Rojo S. M. (2009). *Energías renovables para el desarrollo rural*. Fundación EcoAndina. CIPAF-INTA. pág. 164-174. Argentina

San Juan G., Díscoli, C. Viegas, G., Ferreyro, C., Rodríguez, L. Dicroce, L., Esparza, J. y Barros, V. (2014). *Proyecto de viviendas bioclimáticas de interés social*. UNLP, IIPAC, CONICET, FAU. Tapalqué, provincia de Buenos Aires. Argentina. Vol. 34, pp. 1 – 12. 2014. ISSN 0328-932X.

Scottish Power Renewables (2019). Super Battery Plan To Boost Uk's Biggest Onshore Windfarm. Más información en: [https://www.scottishpowerrenewables.com/news/pages/super\\_battery\\_plan\\_to\\_boost\\_uks\\_biggest\\_onshore\\_windfarm.aspx](https://www.scottishpowerrenewables.com/news/pages/super_battery_plan_to_boost_uks_biggest_onshore_windfarm.aspx) [último acceso junio de 2019]

Salta. Secretaria de Energía. Resolución conjunta Nº 031/2018. Publicación 05/07/2018.

Salta. Secretaria de Industria, Comercio y Financiamiento. Resolución conjunta N° 021/2018. Publicación: 05/07/2018.

Santa Fe (2019). Ley N° 13903. Publicación: 21/11/2019.

Schweickardt G., Pistonesi H. (2010). *Un modelo posibilístico para estimar el costo intrínseco de la energía no suministrada en sistemas de distribución eléctrica*. Dyna, Año 77, Nro. 162, pp. 249-259. Medellín, junio de 2010. ISSN 0012-7353.

Secretaría de Energía (2019). Funcionamiento del MEM. Argentina. Más información en: <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3583> [último acceso junio de 2019]

Secretaría de Energía (2017). Resolución E820. Publicación: 26/09/2017.

Secretaría de Energía (2017). Resolución E926. Publicación: 18/10/2017.

Secretaría de Energía (2019). Reporte Generación Distribuida en Argentina. Evolución de trámites. Conexión usuario-generador. Septiembre de 2019. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte\\_general\\_septiembre\\_2019\\_-\\_publico\\_1.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_general_septiembre_2019_-_publico_1.pdf) [último acceso febrero 2020 ]

Secretaría de Energía (2020). Reporte Generación Distribuida en Argentina. Evolución de trámites. Conexión usuario-generador. Mayo de 2020. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte\\_de\\_avance\\_-\\_may\\_2020\\_v2.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_-_may_2020_v2.pdf) [último acceso julio de 2020]

Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Ministerio de Hacienda. (2019). Precios adjudicados del programa RenovAr. Más información en: <https://www.minem.gob.ar/www/833/25871/precios-adjudicados-del-programa-renovar> [último acceso junio de 2019].

Tanides, C. (2014). *Proyecto Energético*. Instituto Argentino de la Energía, General Mosconi. Año 30. N° 101. Septiembre 2014. Argentina.

TELAM (2019). Jujuy empezó a construir viviendas sociales energéticamente sustentables. Recuperado de: <https://www.telam.com.ar/notas/201911/406176-jujuy-empezo-a-construir-viviendas-sociales-energeticamente-sustentables.html> [último acceso noviembre de 2019]

Universidad Nacional de Avellaneda (UNAV) (2018). *Costo Tarifario*. Observatorio de políticas públicas. Módulo de políticas económicas. Argentina. Más información en: <http://undav.edu.ar/index.php?idcateg=198> [último acceso junio de 2019]

Venegas, D., Ayabaca, C., Celi, S., Meléndrez, M. (2016). *Métodos amigables de producción de hidrógeno como fuente de energía limpia*. II Jornadas Iberoamericanas de Motores Térmicos y Lubricación. La Plata, Argentina. ISBN: 978-950-34-1361-6.

Viaud C. (2018). NEOEN. Arena Insights fórum. November 30, 2018. Australia. Recuperado de: <https://arena.gov.au/assets/2019/02/hornsdale-power-reserve.pdf> [último acceso abril de 2019]

World Energy Council (WEC) (2012). *World Energy Trilemma 2012. Energy Sustainability*. USA. Recuperado de: [www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/12/Trilema-Energético-2012-Espanol.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/12/Trilema-Energético-2012-Espanol.pdf) [último acceso abril de 2019]

World Energy Council (WEC) (2013). *World Energy Trilemma. Time to get real – the case for sustainable energy investment*. USA. Recuperado de: <https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2013/09/2013-Time-to-get-real-the-case-for-sustainable-energy-investment.pdf> [último acceso abril de 2019].

## Páginas de internet consultadas

[www.cammesa.com.ar](http://www.cammesa.com.ar) (Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista Sociedad Anónima)

<http://www.cooptl.com.ar/institucional/memoria-y-balance/> (Cooperativa Eléctrica de Trenque Lauquen)

[www.infoleg.gob.ar](http://www.infoleg.gob.ar) (Portal oficial de información legislativa)

[www.hidro.gov.ar/Observatorio/Sol.asp](http://www.hidro.gov.ar/Observatorio/Sol.asp) (Servicio de hidrografía naval argentino)

<https://www.fayerwayer.com/2013/05/ciudades-del-futuro-imaginadas-en-el-pasado-proyecto-venus/> [último acceso febrero de 2017]

<http://www.trenquelauquen.gov.ar/noticias/trenque-lauquen-una-de-las-cinco-elegidas-en-todo-el-pais-como-modelo-de-ciudad-inteligente/> [último acceso junio de 2018]

<http://www.trenquelauquen.gov.ar/noticias/el-prolim-cumplira-23-anos-de-funcionamiento/> [último acceso julio de 2018]

<http://www.trenquelauquen.gov.ar/ecotrenque> [último acceso julio de 2018].

<http://www.trenquelauquen.gov.ar/noticias/el-prolim-cumplira-23-anos-de-funcionamiento/> [último acceso julio 2018].

<http://www.trenquelauquen.gov.ar/noticias/trenque-lauquen-una-de-las-cinco-elegidas-en-todo-el-pais-como-modelo-de-ciudad-inteligente/> [último acceso julio de 2018].

<http://www.puglieseco.com/page/destiny-florida.html> [último acceso agosto de 2018]

<https://www.panasonic.com/ec/corporate/news/articles/201411-la-ciudad-inteligente-y-sostenible-de-fujisawa-inicia-operacion.html> [último acceso agosto de 2018]

<https://panasonic.net/es/solution-works/fujisawa/> [último acceso agosto de 2018]

<https://www.youtube.com/watch?v=cyDXkerY0nA> [último acceso agosto 2018]

<https://youtu.be/03qgDhIEgGk> [último acceso agosto de 2018]

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/07/15/houten-la-ciudad-holandesa-que-fue-disenada-para-peatones-y-ciclistas/> [último acceso agosto de 2018]

<http://ciudadsustentable.com.ar/holanda-el-pais-del-futuro/> [último acceso agosto de 2018]

<https://www.theguardian.com/cities/2015/nov/19/inside-lavasa-indian-city-built-private-corporation> [último acceso agosto de 2018]

<http://songdoibd.com/#about> [último acceso septiembre de 2018]

<https://newsroom.cisco.com/songdo> [último acceso septiembre de 2018]

<https://www.designbuild-network.com/projects/dongtan-eco-city/> [último acceso septiembre de 2018]

[http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/09/130903\\_tecnologia\\_ciudad\\_inteligente\\_songdo\\_ap](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/09/130903_tecnologia_ciudad_inteligente_songdo_ap) [último acceso septiembre de 2018]

<https://www.argentina.gob.ar/energia/permer/proyectos> [último acceso mayo de 2019]

<https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/> [último acceso junio 2019]

[https://ethw.org/The\\_History\\_of\\_Making\\_the\\_Grid\\_Smart](https://ethw.org/The_History_of_Making_the_Grid_Smart) [último acceso junio de 2019]

<http://www.tesla.com> [último acceso junio 2019]

[http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/mno/oxidos-nitrogeno-nox-oxido-nitrico-no-dioxido-nitrogeno-no2.htm) [último acceso junio de 2019]

<https://www.e-distribuzione.it/it/progetti-e-innovazioni/smart-grids/stoccaggio-dell-energia.html> [último acceso julio de 2019]

<https://www.thevenusproject.com> [último acceso julio de 2019]

<http://www.salta.gov.ar/prensa/noticias/convocan-a-interesados-en-adquirir-calefonos-o-termotanques-solares/65149> [último acceso agosto 2019]

<https://www.ledhut.co.uk/blog/led-equivalent-wattages-against-traditional-lighting/> [último acceso septiembre de 2019]

<https://smart-lighting.es/led-mercado-iluminacion-profesional/> [último acceso julio de 2019]

<https://www.epse.com.ar/web/proyecto/pruebas-piloto-generacion-distribuida/4> [último acceso julio de 2019]

[http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenergia/pla\\_eficiencia\\_energetica/enllumenat\\_2.es.html](http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenergia/pla_eficiencia_energetica/enllumenat_2.es.html) [último acceso septiembre 2019]

<https://www.stouchlighting.com/blog/led-vs-hps-lps-high-and-low-pressure-sodium> [último acceso octubre 2019]

<https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/enel-110000-smart-meters-romania/> [último acceso octubre 2019]

<https://www.telegraph.co.uk/bills-and-utilities/gas-electric/consumers-forced-accept-smart-meters-smart-only-tariffs-introduced/> [último acceso octubre 2019]

<https://www.schmitt-enertec.com> [último acceso octubre 2019]

<http://aceee.org/> [último acceso noviembre 2019]

<https://www.e-distribuzione.it/it/progetti-e-innovazioni/smart-info--0.html> [último acceso noviembre 2019]

<https://www.smartgridsinfo.es/2020/02/14/idistributedpv-conclusiones-pautas-mejorar-integracion-energia-fotovoltaica-distribuida-europa> [último acceso febrero 2020]

<https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas> [último acceso junio 2020]

<http://www.iram.org.ar/index.php?IDM=44&IDN=827&mpal=no&alias=> [último acceso junio de 2020]



## Apéndice: Sugerencias para la delimitación de las zonas de generación



**Figura 63.** Esquema sugerido para la delimitación en la ciudad de las zonas de generación distribuida. Para la configuración sugerida se tuvo en cuenta las zonas de mayor edificación del municipio. Elaboración propia.

En la figura precedente puede verse el plano de la ciudad de Trenque Lauquen con una cuadrícula dividida en 20 zonas, las cuales se convertirían cada una en zonas autónomas de generación. Estas zonas de generación estarían conectadas entre sí mediante elementos interruptores de control y supervisión con la finalidad de que en caso de un evento de falla el sistema pueda mantener operativas las zonas seguras y aislar la zona en conflicto con el objetivo de evitar el corte total de suministro eléctrico en toda la ciudad.

Este esquema se sugiere a modo de ejemplo ya que en caso de realizarse un análisis profundo de una configuración modular como la mencionada, dichas zonas se crearán de acuerdo a las prioridades técnico-económicas-sociales que mejor se adapten a los requerimientos y necesidades de la ciudad. Para la configuración sugerida se tuvo en cuenta las zonas de mayor densidad edilicia del municipio.