

## **CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS URBANO-ENERGÉTICOS A PARTIR DE MEDIDAS DE EFICIENCIA EN EL SECTOR RESIDENCIAL.**

**Chevez, P.<sup>1</sup>, Martini, I.<sup>2</sup>, Discoli, C.<sup>3</sup>**

Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC),  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU),  
Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

*Recibido 13/08/13, aceptado 28/09/13*

**RESUMEN:** El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una primera aproximación a una metodología para la construcción y el análisis de escenarios urbano-energéticos orientados a mejorar la eficiencia en el consumo residencial en el mediano y largo plazo. A partir de la construcción de los mismos será posible diseñar y evaluar diferentes estrategias energéticas, como así también analizar la sustitución de fuentes de energías convencionales por fuentes de energías renovables y por último ensayar hipótesis sobre diversos lineamientos y acciones, analizando integralmente todas sus variables, en el marco de diversos escenarios de crecimiento urbano. Se presenta, entonces, un ejemplo de aplicación, utilizando el software LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning) el cual permite un diseño flexible de los diferentes escenarios siendo posible desagregar la información tanto como sea necesario.

**Palabras clave:** Escenarios urbano-energéticos, eficiencia energética, consumo energético.

### **INTRODUCCIÓN**

El contexto energético mundial de los últimos años ha introducido el debate en la agenda global acerca de la sustentabilidad, el uso eficiente de la energía, la utilización de energías renovables y la sustitución de combustibles fósiles. Esto se debe principalmente a que el mundo capitalista desarrolló un crecimiento económico, con desigualdad e intermitencias, desde mediados del siglo XX hasta la actualidad y con ello un consecuente incremento en la demanda energética. A su vez se creó una dependencia de los combustibles fósiles, los cuales hoy en día ostentan una situación de agotamiento en un horizonte cercano. (Hobsbawm, 2009).

Se presenta entonces una relación asimétrica donde la demanda y la oferta divergen. La primera responde al crecimiento tanto de la población como de la economía, mientras que la segunda se relaciona directamente con la merma en las reservas de hidrocarburos. En este sentido es necesario realizar acciones tendientes a equilibrar estas variables con una visión a largo plazo sobre el futuro energético nacional que permita analizar con perspectiva el conjunto de aspectos relacionados al mismo. Se puede observar en la Figura 1, la evolución de la potencia instalada en Argentina, la cual creció sostenidamente durante todo el período relevado, esto significó que en los últimos años fuese necesario acudir a la importación de gas natural, gas oil, y fuel oil para cubrir picos de demanda eléctrica y poner en funcionamiento centrales térmicas a un costo muy elevado. Por otro lado, esta necesidad de importar energía se relaciona directamente con la disminución en la producción de hidrocarburos en nuestro país, producto de la profunda desinversión en la empresa YPF durante su privatización. (YPF, 2013).

La dependencia energética representa un alto costo económico para nuestro país que podría ser destinado para el desarrollo de otros sectores. Para revertir esta situación es necesario alcanzar la soberanía energética, la cual puede ser abordada por diferentes variables ya que la Argentina cuenta con diversidad de recursos. La posibilidad radica en aspectos tales como el potencial hidráulico aún no explotado, el capital en investigación y desarrollo en energía nuclear, la explotación de hidrocarburos no convencionales, el potencial de energía eólica de la Patagonia y solar en el NOA, y en otro sentido el potencial ahorro energético por parte de la demanda, campo en el que aún resta camino por recorrer. Entre estas posibilidades será necesario realizar un balance para concluir cuál es la solución más viable y qué participación tendrá cada una de ellas para conseguir el autoabastecimiento energético de la manera más económica y sustentable posible.

Por otra parte existe a nivel mundial una creciente preocupación por la contaminación generada por emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales son principalmente producto de la quema de hidrocarburos (éstos cubren principalmente la demanda energética). Estas emisiones son la principal causa del aumento del efecto invernadero y el cambio climático, cuyas consecuencias son cada vez más notorias.

---

<sup>1</sup> Becario Tipo I CONICET.

<sup>2</sup> Investigadora Adjunta CONICET.

<sup>3</sup> Investigador Independiente CONICET.

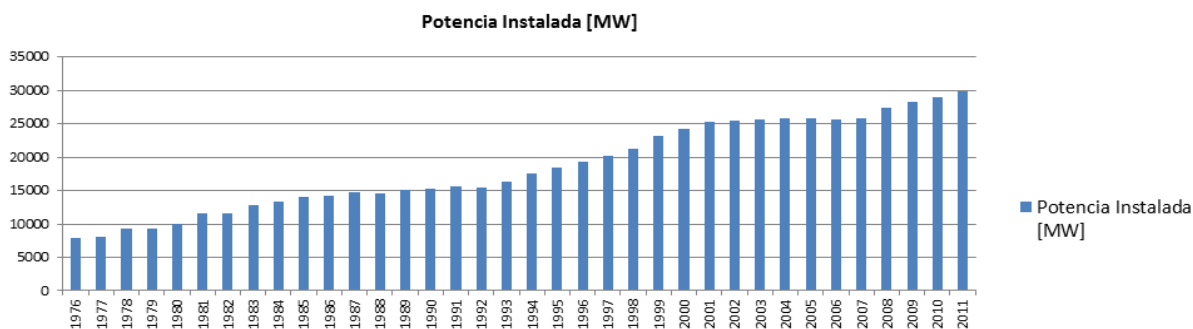


Figura 1: Evolución de la potencia instalada Argentina, 1976-2011. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

El incremento en la demanda total es originado por los diferentes sectores que conforman la matriz energética, donde el sector residencial representa aproximadamente el 24% del consumo primario<sup>4</sup>. En consecuencia, intervenir sobre dicho sector, replanteando la composición de la matriz energética en el mediano y largo plazo, permitirá mejorar las condiciones de uso, además de comenzar a sentar las bases para la formulación de estrategias sobre eficiencia energética, conservación y nuevas fuentes de energía en base a criterios de uso sustentable de los recursos.

Durante la última década, en Argentina comenzó a tratarse institucionalmente esta temática. En ese sentido hay que remarcar leyes tales como la *Ley de acondicionamiento térmico* (N° 13.059),<sup>5</sup> para la provincia de Buenos Aires, que establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, y así contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía. Como así también la *Ley de Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica* (N° 26.190),<sup>6</sup> de alcance nacional, que estipula para el año 2016 una participación del 8% de fuentes renovables en el consumo de energía eléctrica nacional. A su vez, se encuentra en vigencia la *Ley de régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles* (N° 26.093),<sup>7</sup> de alcance nacional, que establece que todo combustible líquido caracterizado como gasoil o diesel oil, y nafta, deberán ser mezclados con la especie de biocombustible denominada "biodiesel" y "bioetanol" respectivamente, en un porcentaje del cinco por ciento (5%) como mínimo de este último, medido sobre la cantidad total del producto final.

Por su parte, se encuentra en marcha desde 2007 el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), aprobado por el decreto 140/2007.<sup>8</sup> Éste declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y se establece a la eficiencia energética como una actividad permanente de mediano a largo plazo. Asimismo se la define como un componente imprescindible de la política energética y de la preservación del medio ambiente.

Por todo lo expuesto anteriormente, resulta imperioso realizar acciones que permitan optimizar el consumo de energía en el mediano y largo plazo, ante un escenario de recursos limitados y donde la preocupación ambiental es cada vez mayor. El ahorro energético y el uso eficiente de la energía son pilares fundamentales para afrontar con seriedad estos problemas y son numerosos los estados que lo han adoptado como política, incluyendo a nuestro país aunque con resultados incipientes. Bajo este contexto se encuadra este trabajo, el cual forma parte de la Beca de Postgrado Tipo 1 CONICET<sup>9</sup> y de la tesis de Doctorado en Ciencias, Área Energías Renovables de la Facultad de Ciencias Exactas, perteneciente a la Universidad Nacional de Salta<sup>10</sup>, la misma se encuentra en etapa de evaluación del plan de trabajos. A su vez, se enmarca bajo el Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica (Dra. Irene Martini PICT 2012-2172, 2013-2016)<sup>11</sup>. Bajo este contexto, este trabajo plantea generar escenarios energéticos-urbanos para conformar una plataforma técnico-instrumental capaz de gestionar, desde una óptica integrada, las interacciones entre los principales vectores energéticos (oferta) y sectores que estructuran la ciudad (demanda). Se considera que esto es posible a partir del diseño, formulación y selección de herramientas de intervención que permitan la identificación y evaluación de las variables críticas en el tiempo, considerando y midiendo sus interacciones, efectos e impactos en el mediano y largo plazo.

## CONSTRUCCIÓN Y ANALISIS DE ESCENARIOS URBANO-ENERGÉTICOS

El trabajo busca definir, analizar y evaluar diversos escenarios urbanos implementando estrategias de eficiencia energética. Como campo de aplicación se utilizará el sector residencial de la micro-región del Gran La Plata (MRGLP). Dichos escenarios están orientados a minimizar la demanda y considerar la posible sustitución de las fuentes de energías convencionales por fuentes de energías renovables. Para exponer los primeros avances en el tema, se desarrollará un ejemplo

<sup>4</sup> Secretaría de Energía. Balance Energético 2011.

<sup>5</sup> Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, sitio web: [www.infoleg.mecon.gov](http://www.infoleg.mecon.gov)

<sup>6</sup> *Íbidem*.

<sup>7</sup> *Íbidem*.

<sup>8</sup> *Íbidem*.

<sup>9</sup> Beca de Postgrado Tipo 1 CONICET: "Análisis, ensayo y evaluación de escenarios urbanos a partir de la implementación de estrategias energéticas alternativas." Director: Dr. Carlos Discoli; Codirectora: Dra. Irene Martini.

<sup>10</sup> Título de tesis propuesta: "Construcción de escenarios urbanos-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia en el marco de la oferta y la demanda del sector residencial". Director: Dr. Carlos Discoli; Codirectores: Dra. Irene Martini, Dra. Judith Franco.

<sup>11</sup> PICT 2012-2172: "2013-2016. Construcción de escenarios urbanos a partir de un diagnóstico energético-ambiental". Directora: Dra. Irene Martini.

de aplicación de la metodología planteada. De esta manera, será posible verificar la potencialidad del método y su posibilidad de ser utilizado a mayor escala y con la cantidad de variables que se requieran.

El abordaje metodológico general se puede sintetizar de la siguiente manera:

(i) Construir y analizar una base de datos proveniente de fuentes internas y externas que permita relacionar las dimensiones estructurantes del sistema urbano en las áreas de estudio seleccionadas.

Para esto será necesario, por un lado, sistematizar y normalizar las variables energéticas del sector residencial (por ejemplo datos referentes a la unidad de vivienda, a sus habitantes, al equipamiento energético y a los hábitos de uso). Estas variables están vinculadas al mejoramiento de los niveles de sustentabilidad y calidad de vida urbana para el sector bajo análisis. A su vez se deberá analizar y actualizar el estado del arte de la eficiencia energética residencial en dicha área. Por último será necesario construir y definir el “Año Base” respecto del cual se evaluará el comportamiento de las principales variables a analizar en un determinado año.

(ii) Establecer por un lado, el escenario urbano “Tendencial” a partir de la continuidad de tendencias observadas, y por el otro, el escenario de “Ahorro Energético” a partir de las estrategias y lineamientos de eficiencia energética, así como la posible implementación de energías no convencionales por vías de sustitución o complementación, focalizando en el sector residencial.

Por lo tanto, en primer término habrá que construir un escenario “Tendencial” que examine los cambios probables en el consumo energético residencial para los años siguientes manteniendo las tendencias iniciales. En segundo lugar será necesario estudiar y analizar el estado del arte de posibles medidas de eficiencia en el área de estudio, tendientes a optimizar el uso de la energía en el sector residencial. Finalmente se estará en condiciones de construir, ensayar y evaluar escenarios de “Ahorro Energético” mediante la utilización del programa LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) aplicando lineamientos vinculados a eficiencia energética; y patrones de consumo en el sector residencial y sustitución/complementación de fuentes.

(iii) Diseñar, experimentar y evaluar viabilidad (ambiental, técnica, económica, social y político-institucional) de las trayectorias estratégicas alternativas. Las estrategias y pautas de eficiencia energética consideradas deberán servir como instrumentos de

La metodología propuesta plantea construir escenarios futuros de “Ahorro Energético” para la aplicación de estrategias e instrumentos orientados a mejorar los patrones de consumo, para ello se partirá de una base de datos que sintetice las variables energéticas vinculadas al sector residencial, las cuales permitirán comparar y/o evaluar los sectores de trabajo, permitiendo generar caracterizaciones de las diferentes variables en juego. Se utilizó el modelo LEAP, el cual proporciona una plataforma para manejar datos, crear balances energéticos, proyectar oferta y demanda, como así también para evaluar distintas estrategias energéticas. La ventaja más importante del LEAP es su flexibilidad y facilidad de uso, lo que le permite pasar rápidamente del planteo de posibles estrategias al análisis del efecto de las mismas, sin tener que utilizar modelaciones complejas (Heaps; 2002).

En cuanto a las áreas de trabajo, se comenzará analizando los datos relativos a polígonos urbanos del Partido de La Plata con bordes territoriales definidos como integrales de radios censales. Estas áreas están localizadas en dos periferias (Villa Elisa, al NO, y Villa Elvira, al SE) de La Plata, con diferentes distancias a centralidades, niveles de consolidación, densidades, perfiles sociodemográficos y socioeconómicos, pautas de movilidad y de consumo energético (Martini; 2010). Sobre estos sectores, el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido ha desarrollado diferentes investigaciones y se han generado bases de información que permiten ser empleadas para este trabajo<sup>12</sup>.

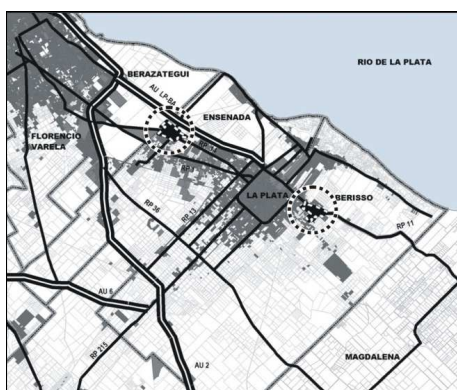


Figura 2: Las zonas de trabajo en el partido de La Plata.

<sup>12</sup> Proyecto PICT 2009/2011. “Desarrollo de un modelo de simulación de la dinámica urbana para la experimentación numérica de políticas y estrategias de desarrollo sustentable.” Dir. MSc. Jorge Karol.

## AVANCES INICIALES. EJEMPLO DE APLICACIÓN CON VARIABLES REDUCIDAS.

Una vez desarrollada la metodología para la construcción y el análisis de escenarios urbano-energéticos a partir de medidas de eficiencia en el sector residencial, se plantea una aplicación con un ejemplo particular. Para este trabajo, se analizará el consumo eléctrico residencial del área seleccionada de Villa Elisa a partir de la construcción del “Año Base” (situación actual) y de los escenarios “Tendencial” y de “Ahorro Energético”.

**Construcción del “año base” o situación actual:** En primera instancia, se evaluó la base de datos con la cual cuenta el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC-FAU-UNLP). De allí se utilizó como fuente principal un conjunto de encuestas realizadas en el área de interés. Las mismas fueron confeccionadas y llevadas a cabo durante los años 2011-2012 y formaron parte del plan de trabajos de una beca de entrenamiento en investigación<sup>13</sup>. Estas encuestas relevaron datos referentes a las viviendas, tales como tipología, superficie de las mismas, antigüedad, calidad, entre otros factores. A su vez, se relevaron datos concernientes a sus habitantes: cantidad de ocupantes, sexo, horas que permanecen fuera de la vivienda, etc. Finalmente, allí se analizó la cantidad y el consumo del equipamiento energético que poseen las viviendas (equipamiento de iluminación, línea blanca, audio y video, climatización, informático, electrónico, etc.), el cual luego pudo ser comparado con los consumos reales observados en las facturas de gas y electricidad.

A partir de estas encuestas se construyó el “Año base” o situación actual para el área indicada (Villa Elisa), para esto fue necesario determinar un consumo eléctrico promedio para las viviendas. Por lo tanto, se procedió a ordenar al equipamiento residencial en cuatro grandes grupos de consumo: i) Iluminación, ii) Climatización, iii) Equipamiento, y iv) Refrigeración de alimentos. Este agrupamiento permitió la introducción de tendencias y medidas alternativas en el Software LEAP. Siguiendo esta clasificación, se estimó el consumo eléctrico anual para cada una de las viviendas encuestadas y se lo comparó con el consumo real facturado en el último año. Este cotejo indicó que alrededor del 30% de las viviendas se ajusta correctamente a la estimación de los hábitos de uso, este valor se corresponde a los resultados obtenidos por el grupo de investigación en años anteriores en estudios y relevamientos energéticos de características similares<sup>14</sup>. Una vez detectadas las viviendas que ajustaron correctamente, se determinó el consumo eléctrico promedio para las mismas, el cual es considerado como la media para toda el área de estudio.

	Iluminación (kWh/año)	Climatización (kWh/año)	Equipamiento (kWh/año)	Refrigeración de Alimentos (kWh/año)	Consumo Anual Estimado (kWh/año)	Consumo Anual Facturado (kWh/año)	Coef. de Correlación
Vivienda 1	741.86	0	1465.29	1350.00	3557.16	3235	1.09
Vivienda 2	531.05	343.8	2165.93	1200.00	4240.78	3500	1.21
Vivienda 3	439.0	1731.6	1512.44	700.00	4383.14	6930	0.63
Vivienda 4	97.27	114	3198.82	1200.00	4610.09	2275	2.02
Vivienda 5	174.10	0	4363.31	1350.00	5887.42	3400	1.73
Vivienda 6	430.70	2205	3682.90	450.00	6768.60	7100	0.95
Vivienda 7	517.57	0	3281.53	700.00	4499.10	3330	1.35
Vivienda 8	1603.08	2741.25	4202.99	2050.00	10597.32	12450	0.85
				<b>Promedio</b>	<b>5567.951219</b>	<b>5277.5</b>	<b>1.05</b>

Tabla 1: Consumos de energía eléctrica anual relevados para la zona de Villa Elisa.

A los efectos de recorrer y ajustar los pasos metodológicos previstos se utilizaron como punto de partida ocho encuestas realizadas (Tabla 1), las cuales luego de la comparación de consumo energético se redujeron a tres (caso 1, caso 6 y caso 8). Para ello se consideraron válidos todos aquellos consumos que en el coeficiente de correlación no superen la diferencia de +/- 0.15. Los casos aceptados determinaron la media de consumo del polígono de pertenencia. Además se logró determinar la media de demanda energética anual para cada grupo de consumo (iluminación, climatización, equipamiento y refrigeración de alimentos). Los resultados se sintetizan en la Tabla 2<sup>15</sup>. Cabe aclarar que debido a que en esta instancia se evaluaron variables de iguales características dimensionales, no fue necesario realizar ninguna operación de normalización de datos.

	Iluminación (kWh/año)	Climatización (kWh/año)	Equipamiento (kWh/año)	Refrigeración de Alimentos (kWh/año)	Consumo Anual Estimado (kWh/año)	Consumo Anual Facturado (kWh/año)	Coefficiente de Correlación
Vivienda 1	741.86	0	1465.29	1350.00	3557.16	3235	1.09
Vivienda 6	430.70	2205	3682.90	450.00	6768.60	7100	0.95
Vivienda 8	1603.08	2741.25	4202.99	2050.00	10597.32	12450	0.85
<b>Promedio</b>	<b>925.21</b>	<b>1648.75</b>	<b>3117.06</b>	<b>1283.33</b>	<b>6974.36</b>	<b>7595</b>	<b>0.91</b>
<b>Incidencia</b>	<b>13.27%</b>	<b>23.64%</b>	<b>44.69%</b>	<b>18.40%</b>	<b>100.00%</b>		

Tabla 2: Consumos de energía eléctrica anual medio para la muestra ajustada para la zona de Villa Elisa

<sup>13</sup> Título: “Análisis Detallado de la eficiencia Energética en áreas definidas del sector residencial”. Becaria: María Barri. Directora: Dra. Irene Martini. FAU-UNLP

<sup>14</sup> 1987. Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la Zona Capital Federal y Gran Buenos Aires (orientado a consumidores de Gas Envasado). Extensión del Programa AUDIBAIRES. Contrato SE N1 1399/83 (1983/87). IDEHAB. FAU. UNLP. URE-AM 2, 1999/2002- "Políticas de Uso Racional de la Energía en Áreas Metropolitanas y sus efectos en la dimensión Ambiental", PICT 98 N° 13-04116/99.

Rosenfeld, Elias y Guerrero, Jorge: “Plan piloto de evaluación energética de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires.” IAS/FIPE, CIC. Informe final. La Plata, 1986.

<sup>15</sup> Cabe aclarar que la investigación se encuentra en su etapa inicial (inició en abril de 2013) y que este trabajo tiene como objetivo transitar por cada una de las etapas necesarias para alcanzar la construcción de escenarios, es por ello que se decidió utilizar esta muestra reducida como punto de partida, reconociendo su limitación de representatividad y obteniendo conclusiones acerca de su aplicación.

Villa Elisa datos poblacionales			
Año	Viviendas	Habitantes	Hab/Vivienda
1991	3123	11270	3.61
2001	3434	11459	3.34
2011	3776	11610	3.07

Tabla 3: Datos Villa Elisa (Censos 1991-2001)

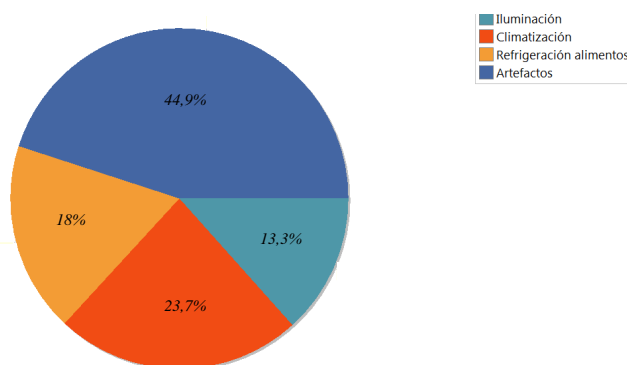


Figura 3: Incidencia de los cuatro grupos de consumo, resultado de la construcción del “Año base” en LEAP.

Con los promedios obtenidos en el ejemplo (Tabla 2) se ingresaron los datos en LEAP. Al tratarse de la media considerada para la región, fue necesario insertar datos poblacionales. Para ello, se utilizaron datos correspondientes a los censos 1991 y 2001 tales como habitantes y viviendas para la integral de estos radios censales (Tabla 3). Con esta información se determinó una tasa de crecimiento anual para Villa Elisa, del 0,145%. A partir de esto se proyectó la población para el año 2013<sup>16</sup>. De la misma manera se trabajó con la cantidad de viviendas cuya tasa de crecimiento anual resultó del 0,954%. Estas tasas se utilizaron a modo de proyección. Para esta estimación de población será necesario obtener una serie de datos más completa para obtener un modelo de crecimiento con valores que presenten un mayor nivel de confianza. Estos indicadores son estructurales para cualquier escenario, ya que son tendencias independientes de los vectores energéticos.

Una vez cargados los valores correspondientes al promedio de cada grupo de consumo, cantidad de viviendas y habitantes (Tabla 2 y 3) fue necesario introducir el factor de penetración de cada grupo de consumo. Se asumió que para *Iluminación* y *Equipamiento* el mismo es del 100%, mientras que para *Climatización* el mismo queda establecido por los casos promediados. Finalmente para *Refrigeración de alimentos* se consideró que el mismo es del 97.1% tal como informa el Censo 2010 para el partido de La Plata. Estos últimos coeficientes determinaron la incidencia final de cada uno de los grupos de consumo para la totalidad del sector en estudio, el cual difiere en unos pocos puntos porcentuales respecto de los promedios obtenidos para una sola vivienda (Tabla 2). Los resultados se observan en la Figura 3.

**Construcción de escenarios: tendencial y de ahorro energético:** Una vez definido el “Año base”, se construyó, en primer término, un escenario “Tendencial” que proyecta las principales directrices de crecimiento de las diferentes variables. A continuación, se construyó un escenario de “Ahorro energético”, que incluye medidas de eficiencia energética que sean superadoras en relación a las normativas vigentes y proyectadas, o que adopte medidas aplicadas en otros países. Las distintas medidas son planteadas a partir de los cuatro paquetes de consumos:

**i) Iluminación:** en el caso de este grupo de consumo, hubo grandes avances en los últimos años en nuestro país. Desde diciembre de 2010 se encuentra en vigencia la ley 24.473 que prohíbe la comercialización de lámparas incandescentes, por lo tanto se ha logrado descender significativamente el consumo de este sector. En la muestra tomada para la región de estudio, de la totalidad de las lámparas, un 23% corresponde a las del tipo incandescente. Por otra parte se cuenta con el etiquetado de eficiencia energética para estos dispositivos, de carácter informativo, que en muchos casos incide a la hora de la compra de los mismos.

-Escenario Tendencial: a partir del impedimento de comercializar lámparas incandescentes se supone que la totalidad de las lámparas serán sustituidas paulatinamente en un plazo máximo de cuatro años<sup>17</sup> por lámparas fluorescentes compactas. Esta estimación de la sustitución es quizás conservadora, sin embargo actualmente aún es posible obtener en algunos comercios este tipo de luminarias, con lo cual el reemplazo es un poco más lento que si se considerara únicamente la vida útil del foco que oscila las 1000hs de uso (aproximadamente un año).

-Escenario de ahorro energético: se considera que el tendencial es favorable, se ajusta únicamente el plazo de sustitución de las lámparas que pasará de cuatro a dos años, haciendo efectivas por completo las medidas hoy vigentes.

**ii) Climatización:** en el caso de estos artefactos, particularmente los equipos de aire acondicionado, se presenta un incremento considerable en la penetración de los mismos dentro del ámbito residencial. Hoy en día existe un etiquetado que informa el grado de eficiencia energética (similar al de heladeras y lámparas), el cual en numerosos casos orienta al

<sup>16</sup> Esto fue necesario ya que aún no se encuentra la información del censo 2010 desagregada por radio censal.

<sup>17</sup> Se considera cuatro años a partir de una ponderación en función de la vida útil de dicha lámpara respecto a su frecuencia de utilización, dependiendo este de su localización (espacios principales, secundarios, intermedios y periféricos).

comprador, lo cual se traduce en un ahorro de energía a posteriori. Una posibilidad de inserción de medidas radica en la limitación de cierto etiquetado mínimo para los equipos que se comercialicen próximamente, la tasa de crecimiento de la saturación de estos artefactos se considera en un 7% anual (Tanides; 2006). Sin embargo en esta instancia no se trabajará con el ahorro que podría significar la incorporación de nuevos equipos con un mejor grado de eficiencia energética, debido a la necesidad de conocer la verdadera penetración de estos artefactos en las viviendas. Como complemento nos ocuparemos del requerimiento energético que presentan actualmente las viviendas y con el que podrían alcanzar las futuras construcciones si se cumpliera efectivamente la Ley Provincial N°13.059.

-Escenario Tendencial: a partir de la sanción de la Ley N° 13.059, la cual establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, se considera que contribuirá a mejorar la demanda energética de las viviendas y, como consecuencia, una natural disminución del uso, tanto de aire acondicionados como de otros equipamientos de climatización. A pesar de que la ley ya fue aprobada, actualmente no tiene aplicación, con lo cual este escenario será construido continuando con las tendencias actuales de consumo energético.

-Escenario de ahorro energético: se propone que la Ley entre en plena vigencia inmediatamente, esto implicaría que las nuevas viviendas que se incorporen al parque edilicio actual tendrán un consumo destinado a climatización un 24% inferior respecto a las viviendas de construcción tradicional (Garganta, L.; San Juan, G.; 2012). Por otra parte, se considera como proposición el reciclado de la envolvente de una porción de la edificación existente. De esta manera, se propone que un 30% de las viviendas actuales reciclen su envolvente para el final del período considerado (año 2033). Esta renovación en la caja muraria y las cubiertas proporcionaría estimativamente un ahorro en climatización que oscila entre 10% y 20% según el espesor de aislante térmico a utilizar (Rodríguez, L.; Martini, I., Discoli, C.; 2012).

**iii) Equipamiento:** En los últimos años, se ha producido un importante incremento en la cantidad de artefactos dentro del sector residencial, verificándose un aumento en el consumo energético. Un claro ejemplo se puede encontrar en la evolución del número de viviendas que cuentan con computadoras a nivel nacional, que en el censo 2001 ascendía a un 20%, mientras que para el censo 2010 el valor asciende al 47%. Para la construcción de los escenarios se consideró que el consumo energético de esta rama alcanzaría los 4000kWh/año hacia 2033. Para ello se comparó la evolución de la energía eléctrica consumida en relación con el crecimiento poblacional durante los últimos años. Como se observa en la Figura 4, el crecimiento poblacional, aumentó aproximadamente con un comportamiento lineal durante los últimos cuarenta años, mientras que la energía facturada durante ese período sufrió un incremento exponencial. Esto significa que la demanda de energía creció más rápidamente que la población. A partir de la evolución del crecimiento de energía consumida por habitante, se obtuvo la línea de tendencia y se la trasladó al sector de interés, si bien es una consideración general, es de utilidad para esta versión preliminar de la metodología.

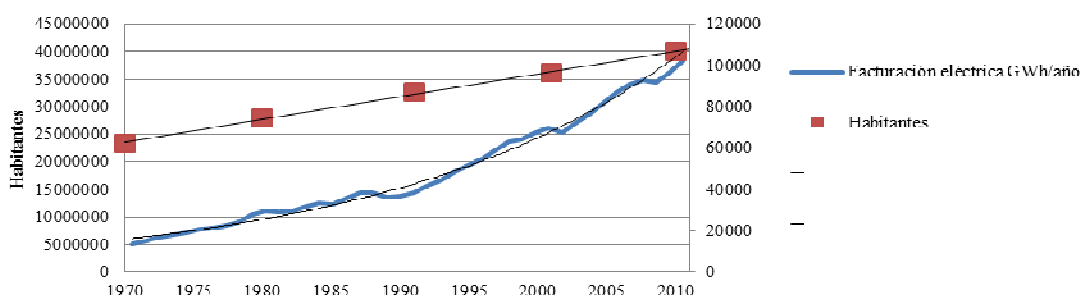


Figura 4: Comparativa del crecimiento demográfico contra el crecimiento del consumo energético a nivel nacional. Fuente: Secretaría de Energía de la República Argentina e INDEC.

-Escenario Tendencial: para la construcción de este escenario se adoptó la tendencia de crecimiento de consumo energético general calculado para los últimos años, ya que el mismo pondera la mayor penetración de artefactos y sus respectivas mejoras tecnológicas.

-Escenario de ahorro energético: en este caso, se plantea un ahorro a partir de los sistemas standby. Se estima que los equipos en este modo alcanzan en la región metropolitana una potencia total promedio de 23W por vivienda (Tanides; 2010). Esto se traduce en un consumo anual de 200kWh/año por vivienda. Mediante el avance técnico en este campo, diversos países buscan reducir la potencia a 1W por artefacto, esto permitiría reducir el consumo ocasionado por la función de espera entre un 60% y un 80%. Por lo tanto se plantea mediante la exigencia paulatina de potencias máximas tales como las asumidas en E.E.U.U., Canadá, Australia o Europa. Como valores preliminares se propone alcanzar un ahorro de 100kWh/año (disminución del 50% del consumo en standby) para el final del período.

**iv) Refrigeración de alimentos:** este apartado cuenta desde 2009 con la resolución 396/2009 de la Secretaría de Energía de la República Argentina, que aprueba como nivel máximo de consumo específico de energía, o mínimo de eficiencia energética al correspondiente a la clase C de eficiencia energética establecido en la Norma IRAM 2404-3:1998, para los artefactos de refrigeración de uso doméstico de dos fríos (refrigerador-congelador) y de un frío (refrigeradores y refrigeradores con compartimento de baja temperatura). Resolución que luego de un relevamiento de setenta y cinco heladeras, se puede verificar que está en cumplimiento.

-Escenario Tendencial: bajo el contexto anteriormente mencionado, se supone una sustitución de este tipo de artefactos en valores que oscilan entre el 5% y el 10% (Tanides; 2006), dada la antigüedad promedio que presentan este tipo de artefactos en la región de estudio. El valor relevado es de aproximadamente 12 años, mientras que para estudios similares a escala nacional el mismo es de 13 años. Por lo tanto este escenario asume esta sustitución del equipamiento con un consumo máximo que es el que establece la clasificación C. Actualmente se estima que el consumo medio para un artefacto de 350lts es de 700kWh/año, mientras que para una heladera de similares características clase C, el consumo anual se estima en 500kWh/año.

-Escenario de ahorro energético: en este caso se continúa con la tendencia en la cual se sustituye el equipamiento actual por los de clase C, luego se propone para el año 2023, que la sustitución sea realizada por heladeras de eficiencia energética clase A, tal como ocurre en los países europeos. Se estima que un refrigerador de características similares a los mencionados anteriormente pero con eficiencia clase A consume aproximadamente 350kWh/año.

## PRIMEROS RESULTADOS A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE LEAP.

Los resultados obtenidos para las proyecciones de cada escenario, se pueden apreciar en las Figuras 5 y 6. Se observa que el crecimiento de la demanda eléctrica en el escenario “Tendencial” es más rápido en comparación con la que ocurre en el escenario de “Ahorro energético”. Allí se puede notar la evolución de cada uno de los grupos de consumo para la totalidad de cada escenario, pudiendo observarse principalmente la disminución que presentan los equipos de *Refrigeración de alimentos* (venta de clase A) para el escenario de “Ahorro energético”, en contraposición a la medida adoptada recientemente en el escenario “Tendencial” (venta de clase C), la cual representa un ahorro menor a largo plazo. En cuanto a *Climatización*, se observa en el escenario “Tendencial” un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo, a diferencia del escenario de “Ahorro energético” donde el mismo se mantiene prácticamente constante. Para el grupo *Iluminación*, se puede notar un comportamiento similar para ambos escenarios debido a que en los últimos años se realizó un intenso recambio de las lámparas incandescentes. Por último, en referencia al grupo de consumo *Equipamiento*, se puede notar para el escenario “Tendencial” un crecimiento sostenido en el consumo del mismo. En el caso del escenario de “Ahorro energético” también presenta un crecimiento sostenido pero con menor velocidad, alcanzando para el final del período un consumo del 15% por debajo del escenario “Tendencial”.

En la tabla 4 se puede ver la evolución comparativa de los escenarios, pudiéndose obtener para el final del período, un consumo anual un 12% inferior por parte del escenario de “Ahorro energético”.

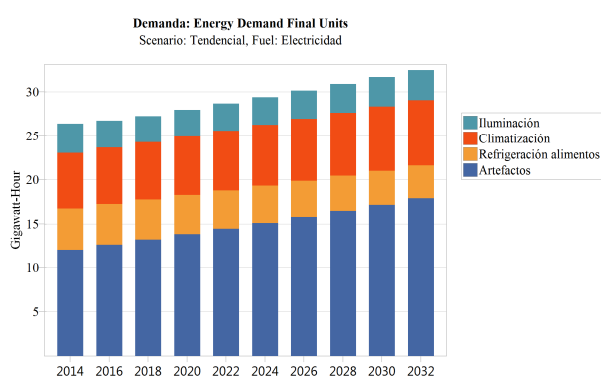


Figura 5: Escenario Tendencial

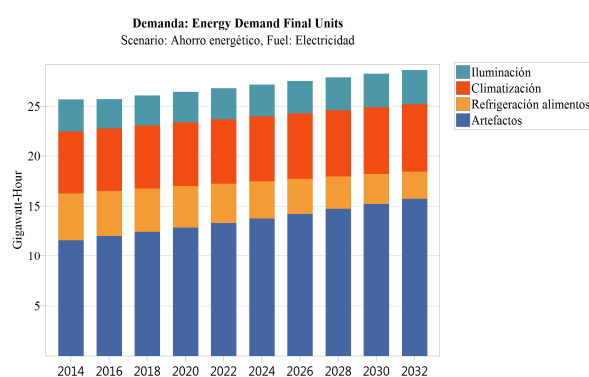


Figura 6: Escenario de Ahorro Energético

Escenario / año	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032
Tendencial (GWh/año)	26.4	26.7	27.3	28.0	28.7	29.4	30.1	30.9	31.7	32.5
Ahorro energético (GWh/año)	25.7	25.7	26.1	26.4	26.8	27.2	27.5	27.9	28.3	28.6

Tabla 4: Demanda en GWh/año para cada escenario a partir de la utilización del software LEAP

En última instancia se realizó una comparativa entre el crecimiento en la facturación eléctrica observado durante los últimos veinte años y los dos escenarios obtenidos. Para ello fue necesario trasladar la facturación eléctrica nacional para dicho período al sector de interés, una vez obtenida esta relación de crecimiento se ingresaron los valores futuros obtenidos a partir de la construcción de escenarios (Figura 7). Tal como se dijo anteriormente, el escenario de “Ahorro energético” genera un consumo menor que el “Tendencial”. Éste, a su vez, presenta un crecimiento menos abrupto que el observado para el período 1990-2010, ya que en los últimos años se han incluido medidas en Iluminación y Refrigeración de alimentos que mejoran el comportamiento del mismo. Por lo tanto es posible también evaluar medidas vigentes actualmente mediante la comparación de la demanda entre el período precedente y el futuro.

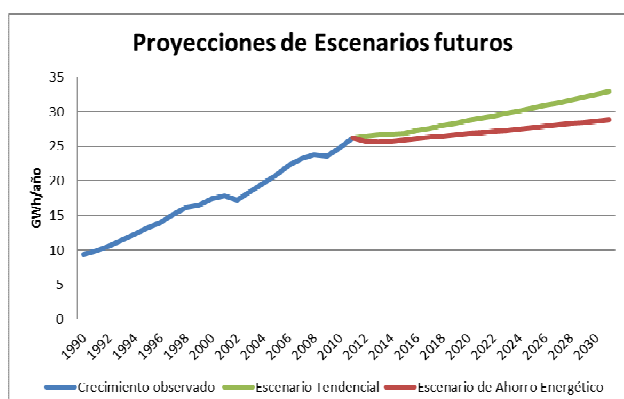


Figura 7: Escenarios obtenidos a partir de la utilización del software LEAP.

## CONCLUSIONES

La metodología desarrollada para la construcción de escenarios urbanos-energéticos a partir de medidas de eficiencia en el sector residencial nos ha permitido: i) Normalizar y sistematizar las variables involucradas para la construcción del “Año base” a los efectos de instrumentar la implementación de LEAP para la corrida de los escenarios. ii) Detectar, evaluar y definir: las variables relevantes en función de la situación actual y los escenarios propuestos; los efectos independientes y combinados de cada escenario urbano planteado; y finalmente la viabilidad de las diferentes medidas analizadas. iii) Estudiar alternativas de consumo energético, como así también su trayectoria en el tiempo, que optimicen la aplicación de Estrategias y medidas de eficiencia y sustitución, a efectos de mejorar las condiciones de habitabilidad y reducir la demanda energética.

Con la implementación y ajuste de la metodología propuesta, se espera construir y realizar una evaluación comparada de diversos escenarios de aplicación de estrategias e instrumentos para la mejora de los patrones de consumo energético residencial en la micro-región del Gran La Plata (MRGLP) y que los mismos contribuyan a: i) evaluar el efecto de las medidas propuestas sobre los patrones de consumo energético y su mejora potencial en los niveles de sustentabilidad y calidad de vida urbana; ii) examinar la evolución probable de los consumos energéticos para los años siguientes; iii) proponer diferentes estrategias de optimización sectorial en el uso de la energía; iv) estimar las potenciales reducciones del consumo energético por medio de la aplicación de medidas de eficiencia energética y su potencial afectación en el matriz energética nacional; y v) examinar los efectos independientes y combinados, así como las condiciones de viabilidad de las diferentes medidas analizadas.

Se plantea que los resultados obtenidos en el transcurso de esta beca se orienten a: i) establecer contactos e intercambios con técnicos involucrados en organismos competentes de la gestión pública en materia de vivienda, que permitan transferir metodologías y acciones propuestas y evaluar conjuntamente sus efectos probables, en el marco de los instrumentos de gestión disponibles; ii) apoyar los procesos de toma de decisiones, la planificación y la gestión de la sustentabilidad local y (iii) mejorar la interacción entre investigadores y decisores urbanos mediante plataformas de comunicación adecuadas.

## REFERENCIAS

- Chevez, P. (2013); Análisis, ensayo y evaluación de escenarios urbanos a partir de la implementación de estrategias energéticas alternativas. Beca de Postgrado Tipo 1 CONICET. Director: Dr. Carlos Discoli; Codirectora: Dra. Irene Martini.
- Serie Histórica de Energía Eléctrica, Potencia Instalada 1976-2011, Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Argentina. [www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140](http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140). Visitado: julio de 2013.
- Garganta, María Laura; San Juan, Gustavo (2012). “Análisis del comportamiento energético y ambiental de la producción de viviendas sociales en la provincia de Buenos Aires (2003-2011)”. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 14, pp.07-07, 07-14. Impreso en Argentina. ISSN 0329-5184.
- Heaps, C. G. (2002). Integrated Energy-Environment Modeling and LEAP, SEI-Boston and Tellus Institute.
- Heaps, C.G. (2012). Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2012.0049] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. <http://www.energycommunity.org>
- Hobsbawm, Eric (2009); Historia del Siglo XX. Crítica, Buenos Aires.
- IDEHAB. FAU. UNLP (1987). Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la Zona Capital Federal y Gran Buenos Aires (orientado a consumidores de Gas Envasado). Extensión del Programa AUDIBAIRES. Contrato SE N1 1399/83 (1983/87).
- IDEHAB FAU; URE-AM 2, 1999/2002- "Políticas de Uso Racional de la Energía en Áreas Metropolitanas y sus efectos en la dimensión Ambiental", PICT 98 N° 13-04116/99.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos: Sitio Web: [www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar). Visitado: agosto de 2013
- INDEC (2012); Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Censo del Bicentenario. Resultados definitivos, Serie B N° 2. ISBN 978-950-896-421-2. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Buenos Aires.
- Karol, J. (2009); Desarrollo de un modelo de simulación de la dinámica urbana para la experimentación numérica de políticas y estrategias de desarrollo sustentable. Proyecto PICT 2009/2011. Dir. MSc. Jorge Karol.



Martini I.; Salas Giorgio R.; Avalos A.; Sánchez Arrabal M. B.; Aón L.; Ravello O.; Karol J.(2012) “Avances en la construcción de un modelo de experimentación numérica para evaluar políticas urbano-ambientales y energéticas”. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 14, pp.1-135,1-142. Impreso en Argentina. ISSN 0329-5184.

Martini, I. (2013); Construcción de escenarios urbanos a partir de un diagnóstico energético-ambiental PICT 2012-2172: “2013-2016.”. Directora: Dra. Irene Martini.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, sitio web: [www.infoleg.mecon.gov](http://www.infoleg.mecon.gov) Infoleg.mecon.gov

Rosenfeld, Elias y Guerrero, Jorge (1986); Plan piloto de evaluación energética de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. IAS/FIPE, CIC. Informe final. La Plata.

Rodríguez, L.; Martini, I.; Discoli, C. (2012). “Metodología para el análisis del reciclado edilicio residencial orientado a la eficiencia energética: índice de elasticidad energético-económico”. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 14, pp.05-51, 50-58. Impreso en Argentina. ISSN 0329-5184.

Secretaría de Energía de la República Argentina: Sitio Web: [www.energia.gov.ar/home/](http://www.energia.gov.ar/home/). Visitado: agosto de 2013

Tanides, C. (coordinador) (2006); Reducir emisiones ahorrando energía: escenarios energéticos para la Argentina (2006-2020) con políticas de eficiencia. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires.

YPF(2013): El Informe Mosconi. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios y Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Buenos Aires.

**ABSTRACT:** This article aims to develop the first approximation methodology to build and analyze urban-energetic scenarios oriented to improve the household consumption’s efficiency in the medium and long term. From their construction, we’ll be able to design and evaluate different energetic strategies. We’ll also be able to analyze the substitution of conventional energy sources by renewable energies. Finally, it will be possible to essay hypothesis about different actions and guidelines, analyzing their interrelationships, their implications, effects and direct, indirect, al collateral impacts, in the context of different urban growth scenarios.

This paper presents, an application example, using the software LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning), which allows a flexible design of the different scenarios and admits the disaggregation as many ways as possible.

**Keywords:** Energetic urban scenarios, energy efficiency, energy consumption.