

## **Análisis de medidas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector residencial de la ciudad de La Plata**

Esp. Arq. Pedro Chévez, Dra. Arq. Irene Martini, Dr. Ing. Carlos Discoli  
Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC).  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.  
Calle 47 n°162. La Plata, Buenos Aires.  
Contacto: [chevezpedro@gmail.com](mailto:chevezpedro@gmail.com)

**Palabras clave:** eficiencia energética; energías renovables; emisiones; CO<sub>2</sub>.

**Resumen:** Se propone en este trabajo cuantificar el potencial de ahorro de emisiones de dióxido de carbono de diferentes medidas de eficiencia energética e incorporación de energías renovables en el sector residencial, tomando como caso de estudio a la ciudad de La Plata.

Para ello se realizó un relevamiento de los diferentes planes, políticas y medidas aplicadas a nivel nacional e internacional en dicha materia, restringiéndose a aquellas medidas que fueran posibles de aplicar al sector residencial local. A partir de ello fue posible la cuantificación de los ahorros de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para el desarrollo del trabajo fue necesario realizar un recorte espacial y adoptar un sector de análisis debido a que el consumo de energía por usuario difiere según la localización geográfica. Esta variación está originada por factores climáticos, condiciones socio-demográficas, económicas y edilicias, como así también por la cantidad y eficiencia de los equipos domiciliarios, entre otros aspectos. En definitiva, la misma medida de mejoramiento, aplicada en dos sitios con condiciones climáticas disímiles, tendrá un impacto diferenciado según su localización.

En este caso, se adoptó como área de estudio a la ciudad de La Plata, que se encuentra localizada en la región bioclimática *Templada cálida húmeda (IIIb)*, es considerada como una ciudad de escala intermedia y presenta un alto grado de viviendas de construcción satisfactoria. Estas consideraciones permiten extrapolar los valores de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> a otras ciudades que presenten características análogas en su configuración urbana y edilicia, y que a su vez deben estar situadas en la misma región bioclimática. En este sentido, diversos municipios pertenecientes a la Región Metropolitana de Buenos Aires comparten similares características, lo cual permitiría la extrapolación a un número considerable de hogares a nivel nacional.

La cuantificación de los ahorros de energía y CO<sub>2</sub> se realizó teniendo en cuenta el consumo desagregado por usos, sobre los cuales se aplicarían las distintas medidas de eficiencia energética y energías renovables. Para ello se adoptó el siguiente agrupamiento:

Gas natural: agua caliente sanitaria; cocción; calefacción.

Electricidad: refrigeración de alimentos; iluminación; calefacción (joule); aire acondicionado; televisión; standby; lavarropas; otros.

Una vez calculados y obtenidos los ahorros energéticos y de emisiones, se sintetizaron los resultados en una tabla, la cual se convierte en un instrumento de utilidad para detectar rápidamente las acciones con mayor incidencia dentro del sector residencial.

A partir de la confección de la tabla síntesis se pudieron detectar que las medidas que mayor incidencia poseen en la reducción de emisiones son aquellas que están asociadas a la mejora de la envolvente edilicia tanto nueva como existente y la consecuente reducción en los usos de calefacción. En líneas generales se puede afirmar que en el sector residencial quedan yacimientos de ahorro muy grandes que son posibles de capitalizar mediante una firme decisión política e incentivos que sean capaces de movilizar este tipo de mejoras.

## **Análisis de medidas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector residencial de la ciudad de La Plata**

Esp. Arq. Pedro Chévez, Dra. Arq. Irene Martini, Dr. Ing. Carlos Discoli  
Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC).  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.  
Calle 47 n°162. La Plata, Buenos Aires.  
Contacto: [chevezpedro@gmail.com](mailto:chevezpedro@gmail.com)

**Palabras clave:** eficiencia energética; energías renovables; emisiones; CO<sub>2</sub>.

### **Objetivos**

Se propone en este trabajo cuantificar el potencial de ahorro de emisiones de dióxido de carbono de diferentes medidas de eficiencia energética e incorporación de energías renovables en el sector residencial, tomando como caso de estudio a la ciudad de La Plata.

### **Relevamiento de medidas tendientes a la reducción de la demanda de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub>**

Para el desarrollo del trabajo se realizó un relevamiento de los diferentes planes, políticas y medidas aplicadas a nivel nacional e internacional en materia de eficiencia energética e incorporación de energías renovables posibles de aplicar al sector residencial, lo cual permitió la cuantificación de los ahorros de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta síntesis fue realizada en el trabajo monográfico final de la Especialidad en Energías Renovables de la UNSa (Chévez, 2016), el cual, a su vez contribuye al trabajo de tesis doctoral del autor<sup>1</sup>.

Para ello, fue necesario realizar un recorte espacial y adoptar un sector de análisis debido a que el consumo de energía por usuario difiere según la localización geográfica. Esta variación está originada por factores climáticos, condiciones socio-demográficas, económicas y edilicias, como así también por la cantidad y eficiencia de los equipos domiciliarios, entre otros aspectos. En definitiva, la misma medida de mejoramiento, aplicada en dos sitios con condiciones climáticas disímiles, tendrá un impacto diferenciado según su localización.

En este caso, se adoptó como área de estudio a la ciudad de La Plata, que se encuentra localizada en la región bioclimática Templada cálida húmeda (IIIb), es considerada como una ciudad de escala intermedia y presenta un alto grado de viviendas de construcción satisfactoria. Estas consideraciones permiten extrapolar los valores de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> a otras ciudades que deberán presentar características análogas en la configuración urbana y edilicia, y que a su vez deben estar situadas en la misma región bioclimática. En este sentido, diversos municipios pertenecientes a la Región Metropolitana

---

<sup>1</sup>Título: "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"

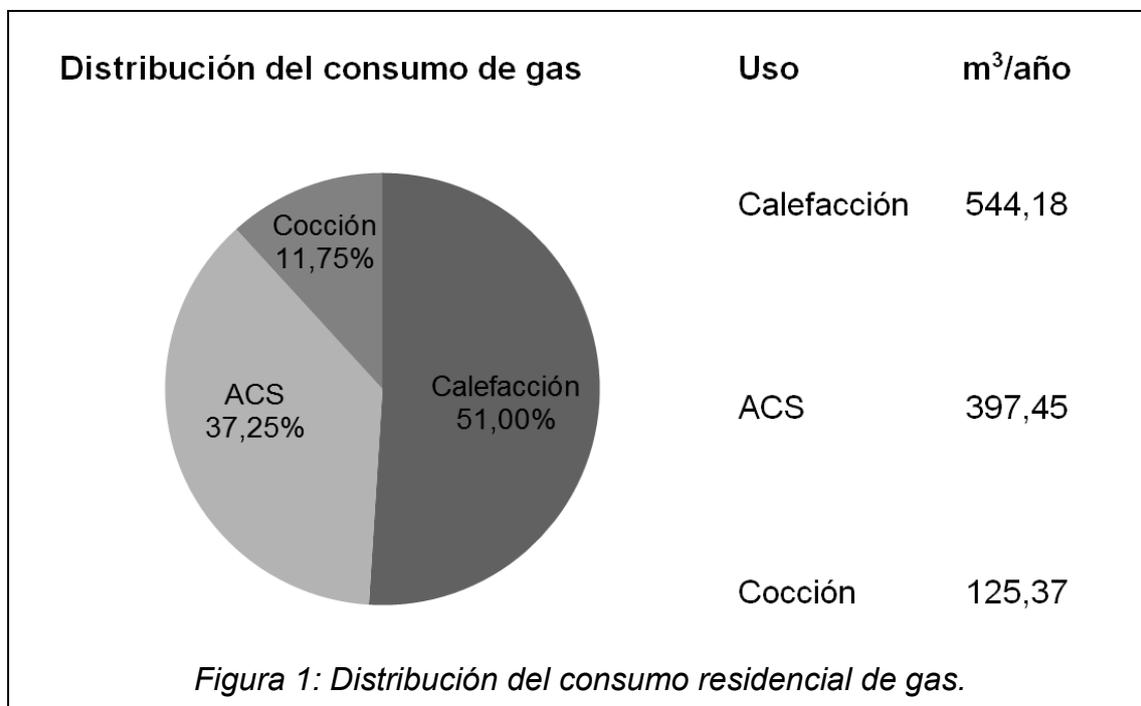
de Buenos Aires comparten similares características, lo cual permitiría la extrapolación a un número considerable de hogares a nivel nacional.

**Discriminación de usos energéticos residenciales para la cuantificación de ahorros de consumos y emisiones.**

La cuantificación de los ahorros tanto de energía como de CO<sub>2</sub> se realizó teniendo en cuenta el consumo específico actual sobre las cuales se aplicarían las distintas medidas de eficiencia energética y energías renovables. Por lo tanto en primer lugar se desagregó el consumo promedio de gas y de electricidad por usos, para luego evaluar la incidencia de dichas medidas en la Tabla 1.

En cuanto al uso de gas natural de red, ENARGAS informa que para el año 2014 el consumo promedio por usuario fue de 1.067m<sup>3</sup>/año<sup>2</sup>. Y por lo informado en Bourges & Gil (2013) y Bezzo et al. (2013) el 51% corresponde a usos de calefacción, el 11,75% a cocción y el 37,25% a agua caliente sanitaria. Dichos valores son similares a los obtenidos en trabajos realizados en el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, en los que se empleó una metodología de cálculo distinta (Chévez, Martini y Discoli, 2014). La distribución del consumo de gas se observa en la Figura 1.

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de gas natural, se adoptó el factor de conversión presentado por la ex Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación<sup>3</sup> que es de 1,95kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

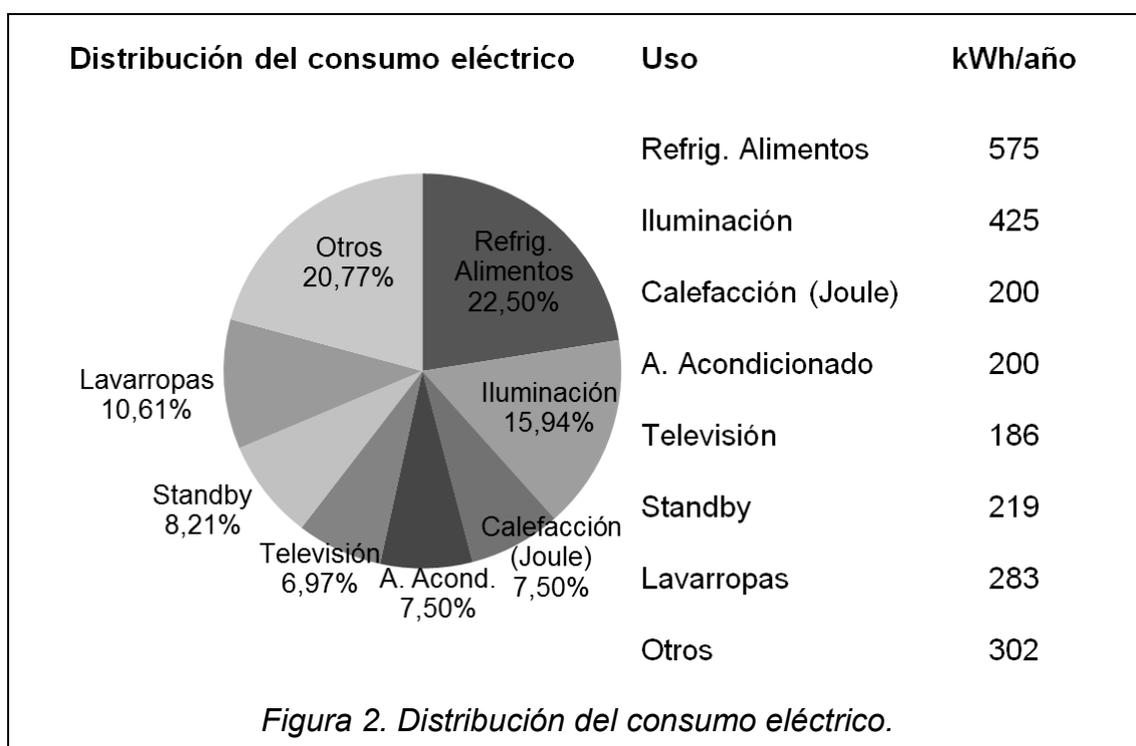


<sup>2</sup><http://www.enargas.gov.ar/DatosOper/Indice.php>

<sup>3</sup>[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/220807\\_calculo\\_factor\\_emision.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/220807_calculo_factor_emision.pdf)

En el caso del consumo medio de electricidad para la ciudad de La Plata, se adopta el último dato disponible en Secretaría de Energía que es de 2013<sup>4</sup>, el cual asciende a 2.667kWh/año. En términos de la distribución según usos en el sector residencial se adoptan valores expuestos en Chévez, Martini & Discoli (2014) y se utilizan valores estimativos presentes en los etiquetados. Los consumos promedio se observan en la Figura 2.

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo eléctrico, se tomó el valor brindado por el Ministerio de Energía<sup>5</sup> para el año 2013 que es de 0,488kg CO<sub>2</sub>/kWh.



### Quantificación de ahorros de emisiones de las medidas analizadas

Finalmente, a partir del relevamiento de las diferentes medidas posibles de implementar y la detección de los valores de reducciones en materia de consumo de energía, se asignaron dichos ahorros al consumo específico correspondiente y se obtuvieron las reducciones en emisiones de CO<sub>2</sub>. Los resultados pueden analizarse a continuación en la Tabla 1 que se convierte en un instrumento de utilidad para detectar las acciones con mayor incidencia dentro del sector residencial.

<sup>4</sup><http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3952>

<sup>5</sup><http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>

Medida de mejoramiento	Ahorro energético individual por sustitución o incorporación	Hipótesis	Consumo promedio anual por vivienda	Ahorro Energía	Kg de CO <sub>2</sub> evitados
Aplicación de norma IRAM 11605 (IRAM, 1996) bajo los niveles mínimos (Nivel B) en muros, techos, aislación de pisos y ventanas DVH. Respecto de una construcción tradicional <sup>6</sup> .	Se reducen las pérdidas por conducción en la envolvente en un 45%.	Se considera que la demanda de calefacción depende en un 80% por las pérdidas por conducción en cerramientos y 20% por infiltraciones. Por ende se aplica el ahorro energético exclusivamente a las pérdidas por conducción.	G: Calefacción: 544,18m <sup>3</sup>  E: Joule + A. A.: 400kWh	G:195,90m <sup>3</sup> E:144,0kWh	G:382,0 E:70,2
Aplicación de norma IRAM 11605 bajo los niveles mínimos Nivel A en muros, techos, aislación de piso y ventana DVH. Respecto de una construcción tradicional	Se reducen las pérdidas por conducción en cerramientos opacos en un 60%			G:261,20m <sup>3</sup> E:192,0kWh	G:509,3 E:93,6
Verificación del coeficiente G Según IRAM 11604 (IRAM, 2001)	Se reducen las pérdidas por conducción en cerramientos opacos en un 35%			G:152,37m <sup>3</sup> E:112,0kWh	G:297,1 E:54,6
Estándar mínimo de etiquetado clase C según norma IRAM (2009) N° 11900 con respecto al etiquetado H.	Reducción en la demanda de calefacción del 54% (Bourges & Gil, 2013)			G:235,08m <sup>3</sup> E:172,8kWh	G:458,4 E:84,3
Reciclado masivo de viviendas existentes.	Reducción en la demanda de calefacción entre 31 y 44% (Rodríguez, 2015). Se adopta 35%.			Se aplica el ahorro energético a toda la demanda de climatización.	G:190,46m <sup>3</sup> E:140,0kWh

Tabla 1: Medidas de eficiencia energética y energías renovables con sus ahorros en emisión de CO<sub>2</sub>

<sup>6</sup> Kmuro=1,47W/m<sup>2</sup>C; Ktecho=0,90W/m<sup>2</sup>C;Kvidrio=5,8W/m<sup>2</sup>C; Kperímetro=1,08W/m°C

Medida de mejoramiento	Ahorro energético individual por sustitución o incorporación	Hipótesis	Consumo promedio anual por vivienda	Ahorro Energía	Kg de CO <sub>2</sub> evitados
Recambio de equipos de refrigeración de alimentos de uso doméstico clase D/E por clase A.	Reducción del 48% en el consumo energético.	Sustitución por equipos de consumo medio igual a 300kWh/año	E: Ref. alimentos:575 kWh	E:275,0kWh	E:134,2
Recambio de equipos de refrigeración de alimentos de uso doméstico clase D/E por A+++.	Reducción del 76% en el consumo energético	Sustitución por equipos de consumo medio igual a 150kWh/año		E:425,0kWh	E:207,4
Recambio de lámparas incandescentes por LFC Clase A	Reducción del 77% en el consumo energético	Se asume la siguiente distribución del consumo de energía: 28% LFC y tubos, 42% halógenas, 28% incandescentes, 2% LEDs.	E:Iluminación: 425kWh	E:91,6kWh	E:44,7
Recambio de lámparas halógenas por LFC Clase A	Reducción del 67% en el consumo energético			E:119,5kWh	E:58,3
Recambio de lámparas incandescentes por lámparas LED (A++)	Reducción del 90% en el consumo energético			E:107,1kWh	E:52,2
Recambio de lámparas halógenas por lámparas LED	Reducción del 85% en el consumo energético			E:151,7kWh	E:74,0
Recambio de equipos de aire acond. clase C por clase A	Reducción del 12% en el consumo energético	Clase A: IEE=3,2/COP=3,6 Clase C: IEE=2,8/COP=3,2 Geo:IEE=6,5/COP=6,5 Joule:COP=1	E:A.A.:200kWh	E:24,0kWh	E:11,7
Recambio del 25% de los equipos de aire acondicionado clase C por equipos de geotermia	Reducción del 55% en el consumo energético			E:27,5kWh	E:13,4
Recambio del 50% de los equipos eléctricos por efecto Joule por equipos de aire acond. clase A	Reducción del 72% del consumo energético		E:Joule: 200kWh	E:24,0kWh	E:11,7

Tabla 1 (continuación): Medidas de eficiencia energética y energías renovables con sus ahorros en emisión de CO<sub>2</sub>

Medida de mejoramiento	Ahorro energético individual por sustitución o incorporación	Hipótesis	Consumo promedio anual por vivienda	Ahorro Energía	Kg de CO <sub>2</sub> evitados
Mejora en la eficiencia de calefactores tiro balanceado de un 65% a un 80%	Reducción del 19% en el consumo energético	El 59% del consumo de energía en calefacción a gas es por T.B.	G: Calefacción: 544,18m <sup>3</sup>	G:61,00m <sup>3</sup>	G:118,9
Sustitución de encendido piloto en calefones	Reducción del 25% en el consumo energético	Distribución del consumo: 44% calefones, 48% termotanque, 8% calderas.	G: ACS:397,45m <sup>3</sup>	G:43,71m <sup>3</sup>	G:85,2
Consumos en Standby de 5W a 1W promedio por equipo	Reducción del 80% en el consumo energético	Se asumen cinco equipos de 5W por vivienda.	E:Standby: 219kWh	E:175,2kWh	E:85,4
Recambio de televisores de tubo (estimados Clase C) por LCD/LED (Clase A)	Reducción de entre el 45% y el 60% en el consumo energético	Distribución del consumo: 40% TV tubo 60% TV LCD/LED	E: TV: 186kWh	E:39,6kWh	E:19,3
Recambio lavarropas actuales (estimados Clase C) por equipos Clase A	Reducción del 55% en el consumo energético	Clase A:0,10kWh/kg Clase C:0,25kWh/kg	E: Lavarropas: 283kWh	E:169,8kWh	E:82,8
Incorporación de paneles fotovoltaicos (3m <sup>2</sup> )	Reducción del 14% de la demanda eléctrica	Según el fabricante Solartec, un panel genera 350Wh/día*m <sup>2</sup> en la ciudad de La Plata.	E: Total 2.667kWh	E:384,0kWh	E:187,3

Tabla 1 (continuación): Medidas de eficiencia energética y energías renovables con sus ahorros en emisión de CO<sub>2</sub>

Medida de mejoramiento	Ahorro energético individual por sustitución o incorporación	Hipótesis	Consumo promedio anual por vivienda	Ahorro Energía	Kg de CO <sub>2</sub> evitados
Aplicación de ganancia solar directa/MACs/Invernaderos	Reducción del 30% de la demanda de calefacción	Se adoptó un ahorro del 30% según lo expuesto en Chévez (2016)	G:	G:163,25m <sup>3</sup> E:90kWh	G:318,3 E:43,9
Incorporación de colectores solares de aire caliente (4m <sup>2</sup> )	Reducción del 16% de la demanda de calefacción	η equipos=65%. Rad. media anual 4,26kWh/m <sup>2</sup> día (Grossi Gallegos & Righini, 2007). Equivale a 1,02m <sup>3</sup> gas/día (90 días inv.)	Calefacción: 544,18m <sup>3</sup> E: Joule + A. A.: 300kWh	G:91,8m <sup>3</sup> E:48kWh	G:179,0 E:23,4
Incorporación de colectores solares de agua caliente sanitaria (2,5m <sup>2</sup> )	Reducción del 62% de la demanda de ACS	Equipos de un rendimiento medio del 70% y una radiación media anual de 4,26 kWh/m <sup>2</sup> día (Grossi Gallegos & Righini, 2007). Equivale a 0,68m <sup>3</sup> de gas diario.	G: ACS: 397,45m <sup>3</sup>	G:248,2m <sup>3</sup>	G:483,9
Construcción de viviendas bioclimáticas	Reducción del 55% de la demanda de climatización	Se aplica el ahorro energético a toda la demanda de climatización.	G: Calefacción: 544,18m <sup>3</sup> E: Joule + A. A.: 400kWh	G:299,29m <sup>3</sup> E:220kWh	G:583,6 E:107,3

Tabla 1 (continuación): Medidas de eficiencia energética y energías renovables con sus ahorros en emisión de CO<sub>2</sub>

## CONCLUSIONES

A partir de la confección de la tabla síntesis se pudo detectar que las medidas que poseen mayor incidencia en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> son aquellas que están asociadas a la mejora de la envolvente edilicia tanto nueva como existente y la consecuente reducción en los usos de calefacción. Por ejemplo, aplicando la norma IRAM 11605 con el nivel A establecido en la misma, se ahorrarían en promedio 509,3Kg CO<sub>2</sub>/año por vivienda. De la misma manera, la construcción de viviendas bioclimáticas generaría aportes significativos a la reducción de emisiones (690,9Kg CO<sub>2</sub>/año por vivienda), puesto que las mismas incluyen criterios de climatización pasiva, correctos niveles de aislación térmica y sistemas activos de energías renovables. En tanto, los colectores solares de agua pueden ahorrar en promedio unos 483,9Kg CO<sub>2</sub>/año con una instalación de 2,5 m<sup>2</sup>.

En líneas generales se puede afirmar que en el sector residencial quedan yacimientos de ahorro muy grandes que son posibles de capitalizar sobre todo en la mejora de la envolvente del parque construido y en las nuevas construcciones, como así también en la incorporación de tecnologías renovables. En cuanto al etiquetado de equipos e implementación de estándares mínimos, las posibilidades son menores puesto que en los últimos diez años se ha avanzado significativamente en dicha materia.

En síntesis, cuando contemos con un sector residencial que sea eficiente y que además auto produzca parte de su energía, el mismo logrará contribuir significativamente con la reducción de gases de efecto invernadero y a su vez al autoabastecimiento energético.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bezzo, E.; Bermejo, A.; Cozza, P.; Fiora, J.; Maubro, M.; Prieto, R. & Gil, S. (2013). Eficiencia de calefones- Importancia de los consumos pasivos. *ELUREE*. Editorial Croquis, Buenos Aires.
- Bourges, C. & Gil, S. (2013). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Editorial Croquis, Buenos Aires.
- Chévez, P.; Martini, I. & Discoli, C. (2014). Construcción del año base para la elaboración de escenarios urbanos-energéticos del sector residencial de la ciudad de La Plata. *Acta de la XXXVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 2, pp. 07.93-07.102, Salta*.
- Chévez, P. (2016). *Análisis de medidas de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*. Monografía final de la Especialización en Energías Renovables de la UNSa. Salta.
- Grossi Gallegos, H. & Righini, R. (2007). *Atlas de Energía Solar de la República Argentina*. SeCyT, Buenos Aires.

- IRAM (1996). *Norma 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2001). *Norma 11604. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Instituto Argentino de Normalización y Certificación*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2009). *Esquema 2 de la Norma 11900. Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.
- Rodríguez, L. (2015). *Instrumentación metodológica para el reciclado masivo de la edificación residencial orientada a la eficiencia energética*. Tesis doctoral en Ciencias, área Energías Renovables. Facultad de Ciencias Exactas, UNSa.