

## **EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS CIUDADES: DISEÑO Y CÁLCULO DE INDICADORES ENERGÉTICOS PARA EL PARTIDO DE OLAVARRÍA.**

**I. Serrano, R. Baldi y E. Santalla**

Centro de Tecnologías Ambientales y Energía CTAE  
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNICEN  
(7400) Olavarría - Buenos Aires - Argentina  
Tel. +54 02284 451055 e-mail: minesserranor@gmail.com

*Recibido: 28-08-17; Aceptado: 30-10-17.*

**RESUMEN.-** El objetivo de este trabajo es diseñar y calcular seis indicadores de sustentabilidad vinculados al consumo energético de la ciudad de Olavarría, provincia de Buenos Aires. Se aplicó la metodología propuesta por CEPAL y se desarrollaron las etapas de revisión de fuentes y disponibilidad de información a nivel local. Los indicadores asociados al consumo de electricidad y sus emisiones de CO<sub>2</sub> mostraron diferentes tendencias entre los sectores evaluados, destacando el intensivo uso de esta fuente secundaria de energía por parte de las grandes industrias del partido. En relación al consumo de gas natural y las emisiones generadas por el mismo, se observó un alto impacto de la industria cementera respecto al resto de los sectores y el efecto del cambio tarifario durante el último bienio. Los indicadores vinculados al consumo de combustible líquido permitieron identificar la intensidad de las emisiones que genera el transporte de minerales hacia los centros de acopio.

**Palabras claves:** indicadores, energía, cambio climático, ciudades, Olavarría.

## **CLIMATE CHANGE AND CITIES: DESIGN AND CALCULATION OF ENERGY INDICATORS FOR OLAVARRÍA DISTRICT**

**ABSTRACT.-** The objective of this study is the design and calculation of six sustainable indicators related to the energy consumption (electricity, natural gas and liquid fuels) in Olavarría city (province of Buenos Aires) based on CEPAL proposed methodology. The initial stages of revision of the institutional context, the national relevance, the international background, the identification of suppliers and availability of local information, were carried out previously to the design phase. The indicators associated to the electricity consumption and their CO<sub>2</sub> emissions showed different trends between the evaluated sectors, delaying the intensive use of this secondary source of energy from the big industry (mainly cement). Regarding natural gas consumption and emissions, the indicators evidenced the high impact of cement industry regarding residential and commercial sectors and the effect of the tariff increase during the last two years. The indicators linked to the liquid fuels consumption identified the emissions intensity due to the transport of mining products to the collection center.

**Key words:** indicators, energy, climate change, cities, Olavarría.

### **1. INTRODUCCION**

El acuerdo de París aprobado por unanimidad en 2015 se esfuerza por limitar el calentamiento global por debajo de 2 °C. A través de este Acuerdo, los gobiernos locales y sub-nacionales son reconocidos como actores esenciales en una acción de transformación rápida en el mundo urbano.

Si bien toda la ciencia mundial confluye hacia cómo decarbonizar el sistema energético, existen multiplicidad de factores asociados a los modelos de producción y consumo que revelan las responsabilidades de todos los sectores en relación a cuán sustentable resulta el desarrollo de una comunidad.

Para planificar una política de desarrollo sustentable es indispensable reconocer el escenario actual o la "línea de base" de la ciudad y a través de la aplicación de una metodología adecuada determinar cómo incide el patrón de desarrollo existente sobre la calidad del ecosistema incluido el mismo habitante. Los indicadores ambientales o de desarrollo sostenible permiten evaluar el desempeño ambiental y la sostenibilidad del desarrollo contribuyendo a definir prioridades en las decisiones de políticas públicas siempre que cumplan con los criterios de cuantificación, objetividad y comparabilidad.

A nivel nacional, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) desde el año 2005 presenta anualmente el Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible para Argentina (SIDSA), con el fin de contribuir a mejorar las decisiones en política pública y mantener informada a la sociedad sobre la trayectoria del país en relación al desarrollo sostenible. Por otro lado, más específico a la temática energética, el Grupo de Planeamiento Energético de la Secretaría de Energía en el año 2012 desarrolló un Sistema de indicadores de sustentabilidad para la evaluación de escenarios energéticos prospectivos, con el fin de evaluar la contribución de la planificación energética al desarrollo sustentable del país.

En julio de 2017, se publicaron en el diario La Nación, los Índices de Desarrollo Sostenible Provincial IDSP para las 23 provincias argentinas y la Capital Federal. En la elaboración del informe participaron el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina, el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales y el Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento. Los factores que influyen en los IDSP son el crecimiento económico (ingreso per cápita, capital humano), la inclusión social (pobreza, empleo, salud, educación) y la sostenibilidad ambiental (emisiones, residuos).

Además, algunos municipios han avanzado en el establecimiento de algunos compromisos para avanzar en la lucha contra las consecuencias del cambio climático enfocándose en el cambio de los sistemas de movilidad urbano (CABA), en la implementación de energías renovables (Santa Fe) o en adaptar los sistemas de construcción implementando arquitectura bioclimática (San Luis), entre otros. Por otro lado, ciudades argentinas que se han sumado al Programa NAZCA, desarrollando propuestas de acción específicas en la lucha contra el cambio climático. Dichas ciudades pertenecen a 14 provincias argentinas, destacándose Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos con la participación de 16, 12, 9 y 6 ciudades respectivamente.

NAZCA: Non-State Actor Zone for Climate Action. (Zona de actores no estatales para la acción climática). Es una plataforma global que reúne los compromisos de actuación de empresas, ciudades, regiones subnacionales, inversionistas y organizaciones de la sociedad civil para enfrentar el cambio climático. Fue lanzado por la Presidencia peruana de la COP20, junto con la Agenda de Acción de Lima en París (LPAA) en 2014.

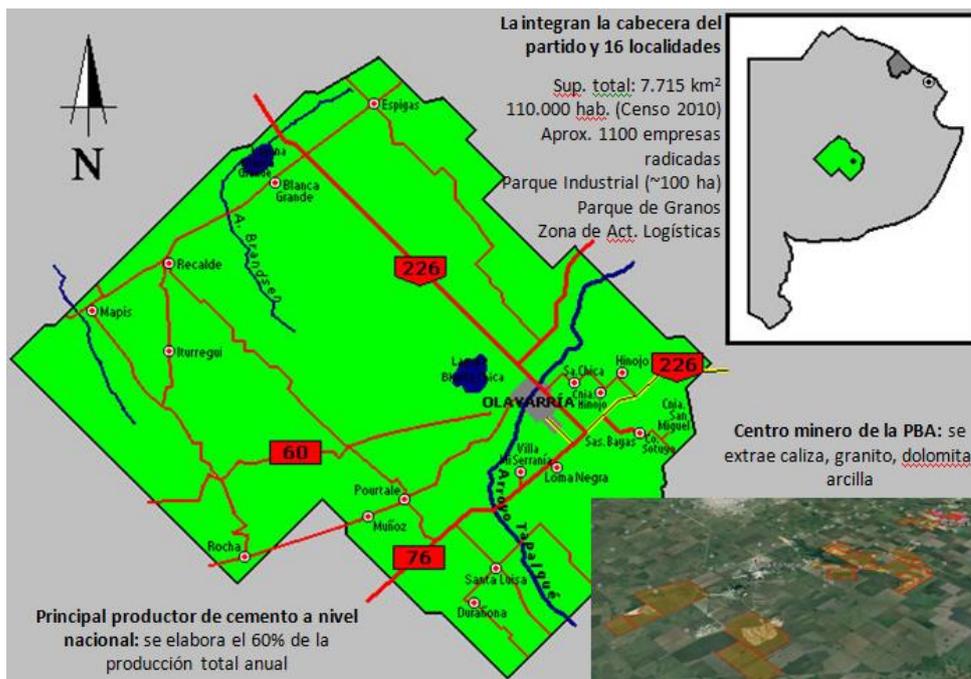


Fig. 1. Características generales del partido de Olavarría.

Dentro del contexto institucional local, la figura 1 muestra al Municipio de Olavarría, entidad gubernamental de un partido cuya riqueza minera y agrícola ganadera lo ubican como un potente motor económico de la región centro de la provincia de Buenos Aires, ha elaborado durante los últimos años información estadística pública como el Índice de Calidad de Vida ICV (años 2012 y 2013), el Índice de Desarrollo Humano IDH (años 2012 y 2013), censos industriales (2011, 2012), relevamientos socio-educativos, el Censo Social 2014 y el recientemente publicado mapa interactivo con datos sobre medio ambiente, ordenamiento territorial, obras y servicios públicos, urbanismo y transporte, entre otros. Estos instrumentos, si bien han sido

elaborados con el objetivo de disponer de indicadores municipales para definir políticas públicas destinadas a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la ciudad, no vinculan el uso de los recursos naturales y energéticos ni permiten evaluar el impacto de la explotación de los mismos en relación al uso del suelo y a la capacidad de carga de los ecosistemas. En base a este escenario, se elaboró un plan de trabajo en el marco de una Beca de Iniciación Científica Tecnológica otorgada por la Facultad de Ingeniería UNICEN, a la autora de este trabajo durante la convocatoria 2017, para realizar una primera evaluación sobre la sustentabilidad de la política a partir de la cual Olavarría ha establecido su desarrollo con el objetivo de

calcular algunos indicadores que puedan constituirse en una herramienta para re-direccionar políticas públicas en la ciudad o para establecer prioridades en las decisiones, que incluyan además de la evaluación de aspectos sociales y económicos, las cuestiones ambientales vinculadas a la temática energética, a la capacidad de explotación de los recursos naturales y a la preservación de los servicios ambientales que ellos proveen. El presente estudio, como parte del mencionado plan de trabajo, plantea como objetivo diseñar y calcular tres indicadores de consumo energético (de electricidad, gas natural y de combustibles) vinculados a las dimensiones ambiental, social, económica y política de la ciudad de Olavarría con el objetivo de establecer una

primera serie de indicadores de sustentabilidad que contribuyan a desarrollar información actualizable periódicamente para mejorar u orientar algunas políticas públicas en el partido.

## 2. METODOLOGÍA

Según OLADE (2003), las dimensiones ambiental, social, económica y política definen el marco del desarrollo sustentable sobre las cuales se debe considerar el diseño de los indicadores como muestra la figura 2.



Fig. 2. Dimensiones del Desarrollo Sustentable

A fin de seleccionar la metodología más adecuada a utilizar en el diseño y confección de los indicadores, se investigaron las que han sido desarrolladas por distintos organismos, las cuales se resumen a continuación:

- 2001 - Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (CDS - ONU): son 134 indicadores, de alcance nacional, vinculados al desarrollo sostenible. La finalidad es que países, organizaciones internacionales y organizaciones no gubernamentales elaboren indicadores de desarrollo sostenible que orienten acciones para alcanzar los objetivos del Programa 21, y que los mismos sean accesibles para los tomadores de decisión;
- 2008 - Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA): a través de 30 indicadores energéticos buscan fijar definiciones, directrices y metodologías para el desarrollo y la utilización universal de un solo grupo de indicadores energéticos de desarrollo sostenible, que permitan a los países evaluar sus sistemas energéticos y hacer un seguimiento de sus progresos, poder determinar si se consiguen metas y objetivos de desarrollo sostenible fijados. Los indicadores pertenecen a las dimensiones social, económica y ambiental;
- 2009 - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): el número de indicadores sociales, económicos y ambientales (y sus interacciones) lo define

el usuario de la metodología; presentan una herramienta metodológica detallada para que los equipos a cargo de la producción y difusión de información estadística sobre medio ambiente y desarrollo sostenible en ALC, puedan construir, implementar y mantener un sistema de indicadores ambientales o de desarrollo sostenible, que sirva para la evaluación de su desempeño ambiental, de la sostenibilidad del desarrollo y para definir prioridades en las decisiones de políticas públicas.

- 2011 - Asociación Global para la Bioenergía (GBEP): establece 24 indicadores de bioenergía de alcance nacional con el objetivo de brindar mayor certidumbre a la contribución de los procesos de producción y uso de los biocombustibles al desarrollo sustentable, ratificar el potencial productivo en el sector bioenergético que existe en los países de América Latina, y desarrollar políticas y programas nacionales de bioenergía.

Para el diseño y cálculo de los indicadores energéticos para la ciudad de Olavarría, se adoptó la metodología propuesta por CEPAL (2009), dada la pertenencia del partido de Olavarría a la región ALC y los antecedentes de utilización de la misma por parte del actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS, 2005-2016) para el desarrollo del Sistema de Indicadores de Desarrollo

Sostenible de Argentina. En base a esta metodología se implementaron las siguientes etapas:

1. Revisión del contexto institucional, pertinencia nacional y antecedentes internacionales
2. Revisión de fuentes y disponibilidad de información a nivel nacional:
  - a. Identificación de la información reportada en el último Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (INDEC) y adecuación de la misma para la evaluación de Olavarría como partido
  - b. Identificación de los indicadores de sustentabilidad diseñados a nivel nacional por MAyDS (2010, 2014)
  - c. Análisis de los indicadores de sustentabilidad de la bioenergía en Argentina desarrollados en base a GBEP (Global Bioenergy Partnership)
  - d. Análisis de los indicadores de sustentabilidad del Plan Energético Nacional desarrollado para la Secretaría de Energía (actual Ministerio de Energía y Minería) en el año 2012.
  - e. Estadísticas de INDEC sobre PBI en sus diferentes bases (per cápita, por sector productivo)
3. Revisión de fuentes y disponibilidad de información a nivel local:
  - a. Análisis del Código de Ordenamiento Territorial del partido de Olavarría
  - b. Censos industriales (2011, 2012),
  - c. Índice de Desarrollo Humano IDH (años 2012 y 2013)
4. Diseño y elaboración de los indicadores, que incluye:
  - a. Elaboración de un primer listado de potenciales indicadores en base a CEPAL (2009): se elaboró una lista larga preliminar seleccionando los indicadores posibles de calcular en base a la bibliografía consultada y a las experiencias de otras ciudades o regiones, considerando también particularidades propias del partido de Olavarría. Para cada indicador de esa dicha lista larga se identificó tanto la información necesaria para su cálculo como la institución/entidad de gobierno/actor capaz de proveerla.
  - b. Entrevista a funcionarios y actores locales identificados en el punto anterior: se identificaron la Cooperativa de Electricidad (Cooperativa Ltda. de Consumo de Electricidad y Servicios Anexos de Olavarría), la Municipalidad de Olavarría (Dirección de Minería), la distribuidora de gas (Camuzzi Gas Pampeana), el Registro del Automotor, la empresa

- de transporte público urbano (Nuevo Bus) e interurbano (Ola Bus)
- c. Análisis de los Censos Industriales de Olavarría (2011, 2012) y del recientemente publicado mapa interactivo.
- d. Revisión de fuentes y disponibilidad de información para construir los indicadores definidos. En base al análisis de la información obtenida, en una primera etapa de una lista larga de cuatro indicadores de energía, se seleccionaron tres, sobre los cuales se dispone de información histórica para su elaboración.
5. Desarrollo de la Hoja Metodológica de cada indicador en base a CEPAL (2009).

Los indicadores calculados fueron los siguientes:

**E1. Consumo final de energía eléctrica por sector y emisiones asociadas:** se representa el consumo de electricidad de los sectores residencial, público, comercial e industrial del partido de Olavarría (expresadas en kWh/sector/año) y las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por dicho consumo (en tCO<sub>2</sub>/sector/año). Estas emisiones se calcularon a partir de la siguiente ecuación (IPCC, 2006):

$$E = N.FE \quad (1)$$

donde E son las emisiones en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, N el nivel estimado de actividad representado en este caso por el consumo de energía eléctrica y FE el factor de emisión de la red eléctrica argentina. El consumo de electricidad fue adoptado de ADEERA (Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica), registros que fueron parcialmente corroborados por la proveedora local de electricidad, la Cooperativa Ltda. de Consumo de Electricidad y Servicios Anexos de Olavarría Coopelectric. Dicha fuente reporta la evolución de los consumos desde el año 2009 hasta 2015, aunque para los años 2013 y 2014 no se encontraba disponible la información por lo que se utilizaron los valores correspondientes a 2012.

La tabla 1 muestra los factores de emisión utilizados corresponden a los valores reportados por la Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, para el período 2009 a 2015.

Tabla 1. Factores de emisión calculados por la Secretaría de Energía Eléctrica de la Nación

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Factor de emisión [tCO <sub>2</sub> /MWh]	0,502	0,478	0,478	0,479	0,484	0,454	0,487

**E2. Consumo final de gas natural por sector y emisiones asociadas:** representa el consumo de gas natural de los distintos sectores del partido de Olavarría (en m<sup>3</sup>/sector/año) y las emisiones de CO<sub>2</sub> que el mismo genera (en tCO<sub>2</sub>/sector/año). Se utilizó la ecuación 1 donde N representa el consumo de gas natural, dato obtenido a partir de los registros de la evolución en los consumos de gas de cada sector para el período 2011-2016, solicitados a la empresa Camuzzi Gas Pampeana, encargada del suministro de gas de red en el partido. Como factor de emisión del gas natural se tomó el último valor oficial publicado en la

Tercera Comunicación Nacional (TCN) de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2015).

**E3. Consumo de combustible líquido por sector y emisiones asociadas:** representa el volumen de combustible líquido (gas oil) asociado al transporte público de pasajeros (urbano e interurbano) y al transporte privado de carga (carretero y ferroviario) asociado a la producción minera de Olavarría, expresado en m<sup>3</sup>/sector, y las emisiones de CO<sub>2</sub> por dicho consumo, en tCO<sub>2</sub>/sector/año.

Las emisiones atribuibles al transporte se calcularon mediante la siguiente ecuación (IPCC, 2006):

$$E_t = R \frac{1}{E_m} FE \quad (2)$$

donde R es la distancia anual recorrida en km,  $E_m$  es la eficiencia del combustible expresado en km/L y FE es el factor de emisión del combustible utilizado.

Según IPCC (2006), la distancia anual recorrida debe considerarse en función del consumo de combustible. Como este dato no fue posible conseguirlo a partir de las fuentes consultadas, se la calculó a partir de la carga total transportada hasta un centro de acopio y distribución, localizado a 350 km de la ciudad de Olavarría (Dirección de Minería, Municipalidad de Olavarría) y de la tara de cada camión (choferes Olavarría), según la siguiente ecuación:

$$R(km) = \frac{Q(t)}{Ta \left( \frac{t}{viaje} \right)} D \left( \frac{km}{viaje} \right) \quad (3)$$

donde Q es la carga de producto minero transportado (en t), Ta es la tara de cada camión (en t) y D es el trayecto recorrido en cada viaje. La producción minera anual de Olavarría fue obtenida a partir de las declaraciones juradas de las empresas mineras aportada por la Dirección de Rentas de la Municipalidad de Olavarría para el período 1997-2016 que incluye cemento, clinker, granito triturado y en bloque, dolomita triturada, en bloque y para cal, arcilla, cerámicos, cal hidratada, cal con dolomita, cal con caliza, caliza, pedregullo calcáreo y lajas. A dichos valores de producción anual se le restó la producción que se transporta por ferrocarril y el consumo de cemento que se consume en Olavarría, valor obtenido a partir del consumo per cápita de cemento, reportado por la Asociación de Fabricantes de Cemento Portland.

Para el transporte de carga ferroviario, al igual que para el transporte carretero, la distancia recorrida se calculó a partir de la ecuación 3 considerando la carga transportada anualmente por la empresa Ferrosur Roca S.A., datos publicados por el Observatorio Nacional de Datos de Transporte, Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial, Universidad Tecnológica Nacional. Se consideró una flota de 60 vagones por tren con una carga máxima por vagón de 50 t (Ferrosur, Sección Parque de Vagones) considerando los tipos de vagones Tolva Hooper, Vagón borde bajo, Todo Puerta y Cargas Palletizadas.

Para el cálculo del consumo de combustible y las emisiones asociadas por el transporte público urbano e interurbano la distancia anual se obtuvo a partir del cálculo de cada uno de los recorridos de las líneas urbanas tomado de la página web del municipio de Olavarría, y de su frecuencia, obtenida a partir de una nota periodística (Diario Popular, 2017) dada la imposibilidad de obtener información directamente de la empresa prestadora del servicio. Los recorridos del transporte interurbano y su frecuencia se obtuvieron de la página web de la empresa Ola Bus que brinda el servicio de transporte interurbano que conecta a la ciudad de Olavarría con seis localidades del partido (Loma Negra, Sierras Bayas, Hinojo, Colonia Hinojo, Sierra Chica y Colonia San Miguel). A partir de la identificación de los recorridos de las líneas urbanas e interurbanas se calcularon las distancias

utilizando una herramienta de Google® y se multiplicaron por el número de viajes diarios y los días trabajados al año. En este cálculo fueron tenidas en cuenta menores frecuencias para los días domingos y feriados considerando el calendario correspondiente al año 2016.

Respecto a la eficiencia del combustible  $E_m$ , se adoptaron los valores oficiales (en L/km) reportados en la TCN (2015) para transportes de carga carretero (0,166) y ferroviario (4) y transporte urbano (0,365) e interurbano (0,307). Otros valores reportados fueron para transporte público 0,55 L/km (Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, 2012), para transporte carretero variable entre 0,225 y 0,68 L/km según potencias (Sacco y colab. 2013), 0,314 (Marchese y Golato, 2011) y 0,38 (Bosio, 2014).

Dado que tanto el transporte de carga carretero y ferroviario como el urbano e interurbano utilizan como combustible gas oil, se aplicó el factor de emisión correspondiente a este combustible líquido publicado en el inventario del subsector Transporte, dentro del inventario de GEIS del sector Energía publicado en la TCN (2015), valor de 74,1 t CO<sub>2</sub>e/TJ.

### 3. RESULTADOS

#### *El consumo final de energía eléctrica por sector y emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.*

El consumo final de electricidad se obtuvo para seis sectores a partir de la publicación de ADDERA para el período 2009-2015, los cuales se detallan en la Tabla 2. Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> (ec. 1) se tomaron como datos de actividad (N) los valores de esta tabla y se aplicaron los factores de emisión de la red eléctrica (Tabla 1).

En la figura. 3 se muestra la evolución del consumo de electricidad de cada uno de los seis sectores identificados en el partido de Olavarría. El sector residencial mostró un incremento de 23,36% durante el período 2009-2015 tendencia inversa a lo observado para el sector de las grandes industrias cementeras, canteras y cerámicas que evidenciaron una disminución de 9,21% en el mismo período.

Los resultados de consumo registrados para el sector industrial coinciden con la tendencia registrada por el INDEC en el año 2014, con un Índice de Producción Industrial por debajo del informado para los años 2011, 2012 y 2013.

El alumbrado público registra una tendencia prácticamente constante en el periodo 2009-2014, resultado de un incremento en la cantidad de luminarias colocadas en la ciudad aunque más eficientes energéticamente. Según datos reportados por Coopelectric, empresa responsable del sector, la cantidad de luminarias aumentó 15% en dicho período, sin registrarse incremento en el consumo de energía. La tendencia coincide con lo reportado por ADEERA a nivel nacional para el sector.

En la figura 3 también se muestran (en líneas) la evolución del indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de electricidad correspondiente a cada uno de los sectores identificados. Se destaca que el indicador correspondiente al sector PAFIT, que representa aproximadamente diez industrias vinculadas a la minería y a la producción de cal,

cemento y cerámico es el de mayor valor absoluto y además mostró una disminución de 9.2% para el período analizado. El sector residencial evidencia fluctuaciones en el consumo, que pueden estar asociadas a períodos de depresión económica, mostrando un incremento global para el período

analizado de 23,4%. El sector de alumbrado público mostró un incremento de 25.1% y el sector comercio e industrias presentó marcadas oscilaciones en el período, con picos en 2010 y 2011.

Tabla 2. Consumo de energía por sectores del partido de Olavarría

Año	Consumos [GWh]						Total [GWh]
	Residencial <sup>a</sup>	General <sup>b</sup>	Alumbrado Público <sup>c</sup>	Comercio e industrias <sup>d</sup>	Grandes usuarios <sup>e</sup>	PAFTT <sup>f</sup>	
2009	58,9	20,2	11,3	35,6	35,2	78,6	239,7
2010	57,0	21,0	12,0	55,0	44,0	84,0	273,5
2011	57,0	20,8	11,8	55,3	44,2	84,0	273,5
2012	64,6	23,2	12,0	40,7	41,0	80	261,1
2013	64,6	23,2	12,0	40,7	41,0	80	261,1
2014	64,6	23,2	12,0	40,7	41,0	79,7	261,1
2015	74,8	25,6	14,6	42,3	38,9	73,6	269,8

Fuente: <sup>a</sup> Clientes residenciales con demandas igual o menores a 1000 KWh/bimestre. <sup>b</sup> Potencias menores a 10 kW y demandas menores a 4000 KWh/bimestre. <sup>c</sup> La cantidad de luminarias varía en 17.000 y 19.000 en el período. En su mayoría son lámparas de descarga de sodio (de 100w en las calles, 400w en avenidas), excepto proyectos nuevos donde se utiliza LED. <sup>d</sup> Comercios e industrias, potencia superior a 10 kW y menor a 300 kW. <sup>e</sup> Clientes industriales, potencia igual o superior a 300 kW. <sup>f</sup> Prestador Adicional de la Función Técnica del Transporte. Son 10 clientes, empresas cementeras, canteras y cerámicas dentro del territorio del partido.

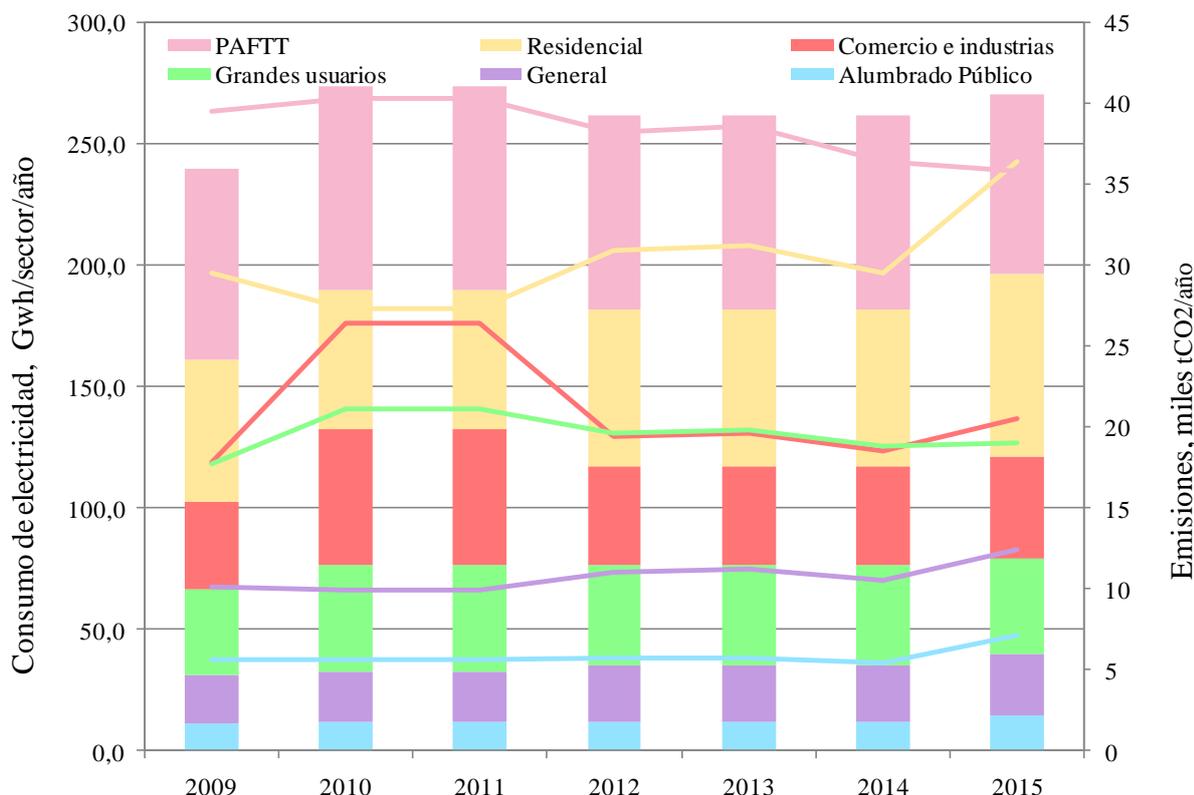


Fig. 3. Consumo de electricidad (columnas) y emisiones de CO<sub>2</sub> (líneas) por sector.

Se calcularon indicadores de emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de electricidad por vivienda y por habitante para el período 2009-2015 a partir de los registros del consumo residencial, considerando el número de conexiones residenciales de cada año (provisto por ADEERA) y asumiendo 3 habitantes por

vivienda (dato aportado por Coopelctric). La figura 4 muestra las variaciones de estos indicadores, siendo la variación en el período analizado de 9,12%. Las emisiones residenciales reportadas por habitante para el año 2013 (0,31 tCO<sub>2</sub>/hab) resultaron 2,6 veces superiores a las reportadas

para la ciudad de Mar del Plata en el mismo período (0.117 tCO<sub>2</sub>/hab).

Se observan mayores oscilaciones durante el período en las emisiones por vivienda. Se justifica la casi inexistente

variación de los consumos y emisiones residenciales per cápita en el hecho de que para el inicio del período analizado ya se había producido en la sociedad el fenómeno de gran aumento del número de electrodomésticos en los hogares.

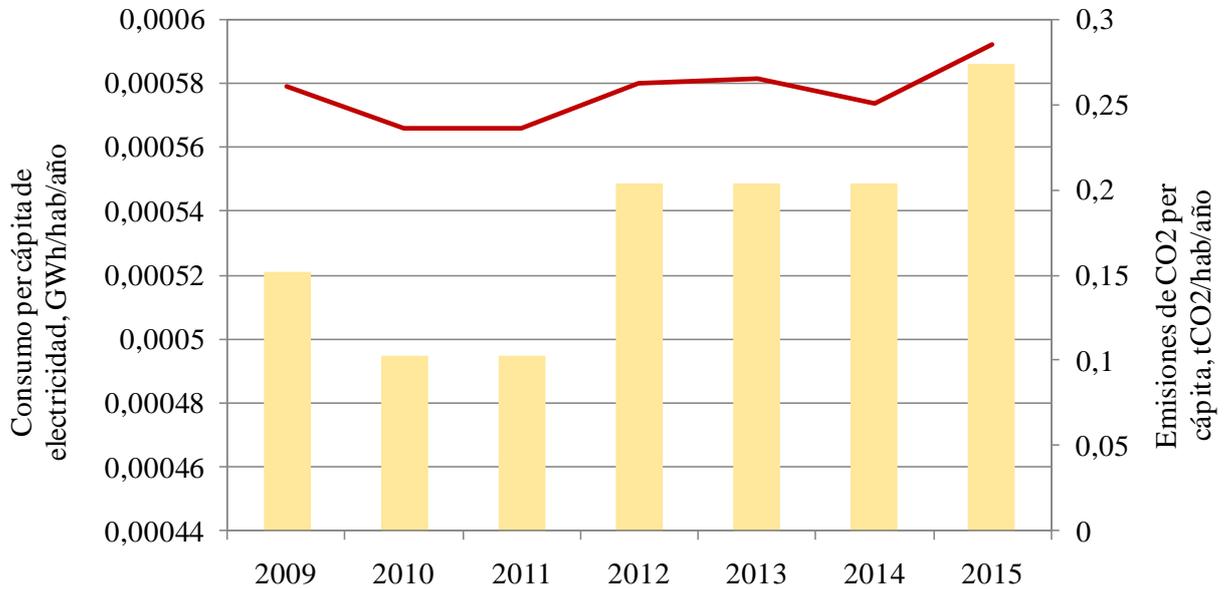


Fig. 4. Consumo (barras) y emisiones (línea) per cápita, por uso de electricidad.

La configuración de la información, no permitió calcular sub-indicadores similares de otros sectores, como emisiones generadas por el comercio o por industria, por lo que sería favorable que a futuro se considere la posibilidad de distinguir separadamente estos consumos, lo cual contribuiría a identificar potenciales sectores para implementar proyectos de eficiencia energética.

**E2. Consumo final de gas natural por sector y emisiones asociadas.**

Para el cálculo de este indicador se utilizó como datos de actividad los consumos de gas natural reportados por la distribuidora del servicio en el partido de Olavarría (Camuzzi Gas Pampeana S.A.) para el período 2011-2015 los cuales se detallan en la Tabla 5. Utilizando el factor de emisión para gas natural, las emisiones de cada uno de los sectores se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Consumos de gas natural por sectores en el partido de Olavarría.

Consumo de gas natural [m <sup>3</sup> ]						
Año	Residenciales	Grandes Consumos Industriales	Comercios	PYMES	GNC Vehicular	Total
2011	52.163.632	357.303.084	10.228.526	4.394.314	8.530.127	432.619.683
2012	54.310.457	258.733.159	10.047.547	3.261.699	8.006.256	334.359.118
2013	60.650.772	398.698.472	10.848.243	3.346.798	8.636.511	482.180.796
2014	54.417.899	378.010.652	10.279.901	3.069.726	8.263.931	454.042.109
2015	86.831.849	386.216.326	14.386.775	2.428.171	13.555.263	503.418.384
2016	101.243.756	226.757.661	21.655.255	2.797.101	14.158.204	366.611.977

La variación del consumo de gas natural por sector y las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> asociadas a los mismos se muestran en la figura 5.

En términos absolutos se observa que los grandes consumos industriales (atribuibles a cuatro grandes empresas vinculadas a la producción de cemento, cal, cerámicos, ladrillos y tejas) son muy superiores al resto de los sectores, mostrando marcados descensos en los años 2012 y 2016.

Esta oscilación puede relacionarse con el hecho de que estas industrias utilizan con gran intensidad sus hornos, empleando distintos combustibles, en distintas proporciones de acuerdo por ejemplo a la disponibilidad en las distintas estaciones del año, a los costos y a la disponibilidad de fuentes alternativas. En particular el descenso de 41,29% evidenciado entre 2015 y 2016 puede explicarse en el aumento tarifario que tuvo lugar a nivel nacional.

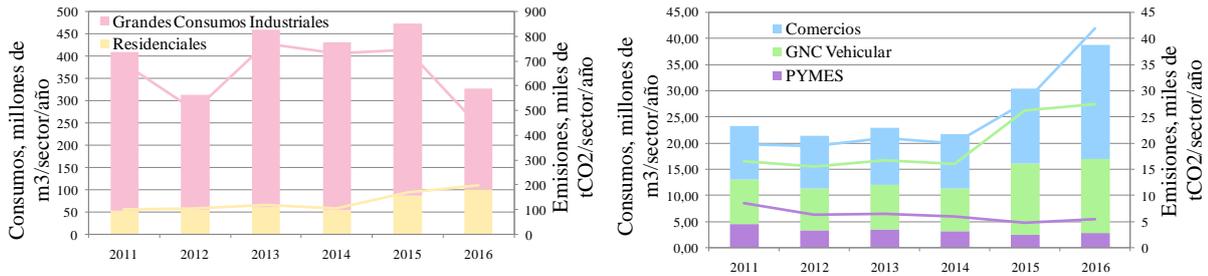


Fig. 5. Consumo de gas natural (barras) y emisiones de CO<sub>2</sub> (líneas) por sector.

Los consumos residenciales se mantuvieron estables entre 2011 y 2014 aumentando 86,05% entre dicho año y 2016. Actualmente la cobertura de la red de gas natural del Partido es superior al 95%, lo cual posibilita el acceso al servicio de gas de red a prácticamente la totalidad de la población. Entre los principales usos residenciales de gas se destaca la calefacción de viviendas, la cual es provista mayoritariamente por calefactores. Esto genera una relación directa entre las temperaturas registradas en la zona y los consumos de gas de red. En este sentido es preciso destacar la reciente inclusión del Partido de Olavarría dentro de los municipios afectados por una isoterma de 15°C que abarca la franja territorial que se extiende de oeste a este de la Provincia de Buenos Aires y clasifica a éste como “zona fría”. Esto se ve reflejado en los valores crecientes arrojados para el consumo residencial entre los años 2014-2016.

Los sectores de Comercio y GNC vehicular muestran tendencias similares entre sí, estables desde 2011 a 2014 (aproximadamente 20.000 y 15.000 tCO<sub>2</sub> anuales, respectivamente) y con incremento de 110,66% para comercio y de 71,33% para GNC vehicular hasta 2016. El indicador que representa el consumo de GNC vehicular en Olavarría indica un incremento de 57% para el período 2013-2015, tendencia similar aunque superior a la observada a nivel país (15%) explicada a partir de la conversión de autos a GNC.

El sector pymes es el de menor contribución a las emisiones por uso de gas natural, observándose un descenso en el período analizado de 36,35%. Esto podría vincularse a las características de la mayoría de las Pymes de Olavarría, básicamente metalmecánicas, con mínimos consumos de este combustible para su actividad.

No pudieron calcularse sub-indicadores, como emisiones/comercio, emisiones/vivienda, debido a no disponer de la información sobre el número de clientes que corresponden a cada sector.

**E3. Consumo de combustible líquido por sector y emisiones asociadas**

El consumo de combustible y las emisiones asociadas se obtuvieron a partir de las ecuaciones 2 y 3. La figura 6 muestra la evolución del indicador para el transporte de carga ferroviario y carretero para el período 1997-2016.

Los consumos de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al transporte público urbano e interurbano se calcularon sólo para el 2016, por no contar con datos de frecuencias y recorridos de años anteriores. El transporte interurbano consumió 312,9 m<sup>3</sup> de gasoil, emitiendo 829,4 tCO<sub>2</sub> mientras que el transporte urbano consumió 780,4 m<sup>3</sup> de gasoil, emitiendo 2068,7 tCO<sub>2</sub>.

Todos los medios de transporte que intervienen en el trabajo utilizan como combustible el gasoil. Una de las conclusiones observadas del último inventario nacional de GEIs indica que el consumo de este combustible líquido para el transporte carretero representa el 60% de las emisiones del sector.

El transporte carretero de carga registra un descenso importante en los años previos a la crisis económica nacional del año 2001, luego de la cual comienza un incremento sostenido entre los años 2002 -2015.

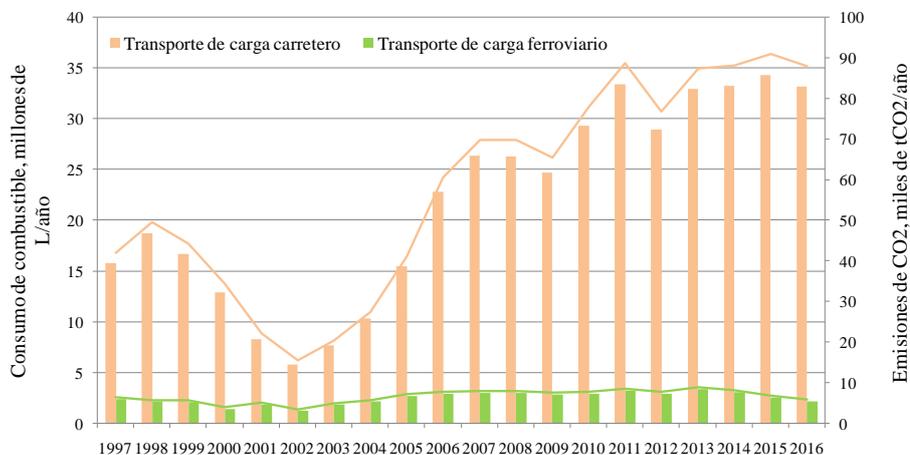


Fig. 6. Consumo de combustible (barras) y emisiones de CO<sub>2</sub> (línea) por el transporte de productos mineros.

#### 4. CONCLUSIONES

El cálculo de los seis indicadores energéticos para el partido de Olavarría ha sido la primera de una serie de etapas que permitirá avanzar hacia el desarrollo de indicadores más específicos, que permitan identificar la eficiencia del sistema de producción y transporte de una de las principales fuentes de la economía del partido como es la minería. Los resultados obtenidos han permitido identificar las tendencias de los consumos de electricidad, de gas natural y de gas oil de los sectores residencial, comercial, industrial y del transporte, aunque el grado de segregación de la información existente responde a los requerimientos del sistema de control implementado por los organismos públicos y no siempre permiten identificar comportamientos específicos de algunos sectores como el de Pymes y el comercial. De igual manera no fue posible disponer del consumo de combustible asociado al transporte de carga, lo que permitiría verificar o corregir la eficiencia del combustible y conocer el impacto del consumo y de las emisiones de GEIs por tonelada de material transportado. El trabajo desarrollado ha permitido además, identificar actores claves que participan en el desarrollo de la información. Esto resulta importante para coordinar acciones de mejora en la generación y acceso de la misma con el fin de que se constituya en una herramienta que permita evaluar aspectos vinculados al modelo de desarrollo del partido de Olavarría, a identificar acciones de mitigación de los impactos asociados al uso de combustibles fósiles y a reconocer aquellos sectores en los que se puedan incorporar planes de eficiencia energética.

#### REFERENCIAS

- Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica  
<http://www.adeera.com.ar>
- Asociación de Fabricantes de Cemento Portland  
[www.afcp.org.ar](http://www.afcp.org.ar)
- Centro iDeAS de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). (2011). Estudio piloto. Indicadores GBEP de sustentabilidad de la bioenergía en Argentina.
- Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas. (2001). Indicadores de desarrollo sostenible marco y metodologías.
- Cooperativa Ltda. de Consumo de Electricidad y Servicios Anexos de Olavarría Coopelectric.  
[www.coopelectric.com.ar](http://www.coopelectric.com.ar)
- Diario El Popular (2017). Recuperado de <http://www.elpopular.com.ar/nota/96951/nuevo-bus-recorto-servicios-y-los-colectivos-pasan-con-menor-frecuencia>. 7 de julio de 2017.
- Dirección de Minería Municipalidad de Olavarría ([www.olavarria.gob.ar](http://www.olavarria.gob.ar))
- Dirección de Minería Municipalidad de Olavarría ([www.olavarria.gob.ar](http://www.olavarria.gob.ar))
- Empresa de transporte Olabus interurbano  
[www.olabus.com.ar](http://www.olabus.com.ar)
- Ferrosur, Sección Parque de Vagones.  
<http://www.ferrosur.com.ar/> (Sección Parque de Vagones).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2010). <http://www.indec.gov.ar>.
- Mapa interactivo. <http://ide.olavarria.gov.ar/>;  
<https://www.olavarria.gov.ar/documentos-publicos/>
- Marchese, R y Golato, M. (2011). El Consumo de Combustible y Energía en el Transporte. *cet* ISSN 1668-9178 Extensión 33: (2011).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2017). TCN Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Años 2010 y 2012.
- Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental (2012). Proyecciones y Opciones técnicas de Uso eficiente de la Energía en el transporte De cargas y pasajeros.
- NAZCA: Non-State Actor Zone for Climate Action. (Zona de actores no estatales para la acción climática). (2014). (<http://climateaction.unfccc.int>).
- Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Agencia Internacional de Energía (IEA), Eurostat y Agencia Europea de Medio Ambiente. (2008). Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: Directrices y Metodologías.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina. (2017). Índice de Desarrollo Provincial (IDSP)<http://www.lanacion.com.ar/2041232-las-areas-mas-desarrolladas-la-capital-chubut-y-mendoza-a-la-cabeza>.
- Quiroga Martínez Rayen. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América latina y el Caribe. Cepal. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- Sacco, J., Blanco, A., Vucetich D., Pierre Castell A. Matera R. y Bellomo S. (2013). Proyecto de un autobús urbano eléctrico para el transporte de pasajeros. UID-GETVA-Departamento de Mecánica, Facultad de Ingeniería UNLP. [getva@ing.unlp.edu.ar](mailto:getva@ing.unlp.edu.ar)
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2015). Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible: 8va Edición.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. (2012). Proyecciones y opciones técnicas de uso eficiente de la energía en el transporte de cargas y pasajeros.
- Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.  
<http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2311>
- Secretaría de Energía. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación. (2012). Grupo de planeamiento energético. Sistema de indicadores de sustentabilidad para la evaluación de escenarios energéticos prospectivos del PLAENER.
- Tercera Comunicación Nacional (TCN) de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (2015). <http://ambiente.gob.ar/tercera-comunicacion-nacional/>
- Universidad Tecnológica Nacional [www.c3t.fra.utn.edu.ar/](http://www.c3t.fra.utn.edu.ar/);  
<http://ondat.fra.utn.edu.ar/?cat=89>;