

LA UBA Y LA ENERGÍA

Desafíos energéticos en la Argentina



PIUBAES

PROGRAMA INTERDISCIPLINARIO
DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
SOBRE ENERGÍAS SUSTENTABLES



UNIVERSIDAD DE
BUENOS AIRES



LA UBA Y LA ENERGÍA

Desafíos energéticos en la Argentina

PIUBAES



UNIVERSIDAD DE
BUENOS AIRES

SE[CYT]30°

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA



PIUBAES

PROGRAMA INTERDISCIPLINARIO
DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
SOBRE ENERGÍAS SUSTENTABLES

La UBA y la energía : desafíos energéticos en la Argentina : PIUBAES / Gabriela Andrea Casabianca ... [et al.] ; compilado por Gabriela Andrea Casabianca. - 1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Secretaría de Ciencia y Técnica, 2017.

92 p. ; 23 x 16 cm.

ISBN 978-950-29-1622-4

1. Consumo de Energía. 2. Ahorro de Energía. 3. Abastecimiento de Energía. I. Casabianca, Gabriela Andrea II. Casabianca, Gabriela Andrea, comp.
CDD 333.79



Eudeba
Universidad de Buenos Aires

Primera edición: julio de 2017

© 2017

Editorial Universitaria de Buenos Aires
Sociedad de Economía Mixta
Av. Rivadavia 1571/73 (1033) Ciudad de Buenos Aires
Tel: 4383-8025 / Fax: 4383-2202
www.eudeba.com.ar

Diseño de tapa: *Alessandrini & Salzman*

Impreso en Argentina
Hecho el depósito que establece la Ley 11.723



No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Rector
Alberto BARBIERI

Vicerrectora
Nélida CERVONE

Secretario General
Juan Pablo MAS VÉLEZ

Secretario de Ciencia y Técnica
Aníbal COFONE

Secretaria de Asuntos Académicos
María Catalina NOSIGLIA

Secretario de Posgrado
Daniel SORDELLI

Secretario de Educación Media
Oscar GARCÍA

Secretario de Extensión Universitaria
Gustavo GALLI

Secretario de Relaciones Institucionales, Cultura y Comunicación
Jorge BIGLIERI

Secretario de Hacienda y Administración
Emiliano YACOBITTI

Secretario de Relaciones Internacionales
Gabriel CAPITELLI

Secretario de Planificación de Infraestructura
Eduardo CAJIDE

Secretario de Desarrollo y Bienestar de los Trabajadores Universitarios
Jorge ANRÓ

Auditor General de la UBA
Roberto VÁZQUEZ

DECANOS

Facultad de Agronomía
Rodolfo GOLLUSCIO

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Luis BRUNO

Facultad de Ciencias Económicas
César Humberto ALBORNOZ

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Juan Carlos REBORDA

Facultad de Ciencias Sociales
Glenn POSTOLSKI

Facultad de Ciencias Veterinarias
Marcelo Sergio MIGUEZ

Facultad de Derecho
Mónica PINTO

Facultad de Farmacia y Bioquímica
Cristina ARRANZ

Facultad de Filosofía y Letras
Graciela Alejandra MORGADE

Facultad de Ingeniería
Horacio SALGADO

Facultad de Medicina
Sergio Luis PROVENZANO

Facultad de Odontología
Héctor José ALVAREZ CANTONI

Facultad de Psicología
Nélida CERVONE

Ciclo Básico Común
Jorge FERRONATO

SECRETARIOS DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía
Secretaría de Investigación y Posgrado
Adriana KANTOLIC

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Secretaría de Investigaciones en Ciencia y Técnica
Guillermo RODRÍGUEZ

Facultad de Ciencias Económicas
Secretaría de Investigación y Doctorado
Adrián RAMOS

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Secretaría de Investigación
Eduardo CÁNEPA

Facultad de Ciencias Sociales
Secretaría de Estudios Avanzados
Mercedes DI VIRGILIO

Facultad de Ciencias Veterinarias
Secretaría de Ciencia y Técnica
María Laura FISCHMAN

Facultad de Derecho
Secretaría de Investigación
Marcelo ALEGRE

Facultad de Farmacia y Bioquímica
Secretaría de Ciencia y Técnica
Ana María BALASZCZUK

Facultad de Filosofía y Letras
Secretaría de Investigación
Cecilia PÉREZ de MICOU

Facultad de Ingeniería
Secretaría de Investigación
Luis FERNÁNDEZ LUCO

Facultad de Medicina
Secretaría de Ciencia y Técnica
Roberto DIEZ

Facultad de Odontología
Secretaría de Ciencia y Técnica y Transferencia Tecnológica
Juan Carlos ELVERDIN

Facultad de Psicología
Secretaría de Investigaciones
Martín ETCHEVERS

El presente trabajo fue financiado por la Universidad de Buenos Aires, Proyectos de Fortalecimiento y Divulgación de los Programas Interdisciplinarios, PIUBAES-D1 “Comunicación y Energía”.

La coordinación de actividades realizadas en el marco de los proyectos de Fortalecimiento y Divulgación de los Programas Interdisciplinarios de la UBA estuvo a cargo de la Mg. Paula Senejko y la Lic. Deborah Hades de la Dirección de Articulación Institucional e Interdisciplinaria, Secretaría de Ciencia y Técnica.

COMPILACIÓN

Gabriela Casabianca

INTEGRANTES DEL PROYECTO DE DIVULGACIÓN PIUBAES 2016

Víctor Raúl Bronstein

Ignacio Sabbatella

Adriana Giudici

Daniela Marina Malcervelli

Silvana Puglisi

Rodolfo Dell'Immagine

María del Carmen Mujica

Roque Pedace

Leila Devia

Micaela Bonafina

Mónica Bianchi

Emmanuel Amorín

Florencia Massei

John Martin Evans

Silvia de Schiller

Carlos Tanides

Roberto Pons

ÍNDICE

Prólogo, <i>Integrantes del PIUBAES</i>	11
Introducción, <i>Gabriela Casabianca</i>	13
Alcances y límites conceptuales del autoabastecimiento energético.....	17
<i>Ignacio Sabbatella</i>	
Biomasa y biogás. Una alternativa ambiental para la producción de energía.....	27
<i>Daniela Malceroelli y María Laura Fischman</i>	
Energía e impacto ambiental en ciudades.....	33
<i>Silvia de Schiller</i>	
Energías renovables: desafíos para la transición climática.....	39
<i>Roque Pedace</i>	
Energía y seguridad energética. Una aproximación metodológica.....	47
<i>Victor Bronstein</i>	
La nueva era de las energías renovables.....	57
<i>Florencia Massei</i>	
La sustentabilidad energética en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.....	65
<i>Leila Devia y Micaela Bonafina</i>	
La Vaca Muerta en la habitación: debates urgentes y necesarios para la transición fuera de los hidrocarburos no convencionales.....	69
<i>Diego di Risio</i>	
La energía renovable, más que un negocio es un requerimiento social.....	77
<i>Roberto Pons</i>	
Uso de recursos energéticos: la responsabilidad que le cabe a la arquitectura.....	83
<i>Daniel Kozak</i>	
Y por casa... ¿cómo andamos?.....	87
<i>John Martin Evans</i>	

PRÓLOGO

INTEGRANTES DEL PIUBAES

“If you want to find the secrets of the Universe, think in terms of energy, frequency and vibration”

Nikola Tesla

Esta publicación es resultado de las actividades del Programa Interdisciplinario sobre Energías Sustentables (PIUBAES), desarrollado en el marco de los Programas Interdisciplinarios de la Universidad de Buenos Aires (PIUBAs), implementados por la Secretaría de Ciencia y Técnica. Fue elaborada a modo de cierre del ciclo de charlas denominado “La UBA y la Energía. Desafíos energéticos en la Argentina”. El programa se desarrolló en varios encuentros, desplegando un tema de discusión en cada uno de ellos, a cargo de distintos referentes en la temática energética, para luego abrir una sesión de debate entre los oradores invitados y el público presente.

Los temas desarrollados fueron:

- Energía y cambio climático. El desafío de las energías renovables.
- Energía y soberanía. El desafío entre la seguridad energética y el autoabastecimiento.
- Energía y sustentabilidad. El desafío de los recursos no convencionales.

Los distintos artículos que aquí se presentan fueron elaborados por integrantes del PIUBAES, expositores y coordinadores de los encuentros del ciclo, organizados según los ejes temáticos antes mencionados. Cabe aclarar que cada autor es responsable de su producción, basada en su experiencia en la temática y en la bibliografía consultada para tal fin; los artículos exponen

posiciones individuales que forman parte de la diversidad interdisciplinaria del PIUBAES.

El objetivo principal de la publicación es contribuir a la difusión de la temática energética en el contexto nacional y sus distintas facetas de abordaje, accesible a un público más amplio, valorando la diversidad de enfoques y miradas para la problemática vigente y de gran relevancia ante la crítica situación energética actual del país.

Los integrantes del PIUBAES agradecen el aporte de los autores que participaron de este proyecto y a la Editorial Universitaria de Buenos Aires –Eudeba– por su aval en este emprendimiento y su invaluable presencia en la temática que nos ocupa.

INTRODUCCIÓN

GABRIELA CASABIANCA

Desarrollado durante 2016, el Ciclo “La UBA y la Energía” tuvo como objetivo incorporar la ciencia en la mesa de debate sobre algunas cuestiones fundamentales de la problemática energética. Se impulsó desde el Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Energías Sustentables (PIUBAES) como una oportunidad de visibilización y difusión del rol de la Universidad como productora de conocimientos, reafirmando su compromiso con la comunidad.

Los artículos que se presentan en esta publicación constituyen una muestra de la diversidad de temas, aspectos y también de las posiciones de los autores, expuestas con el fin de difundir a la comunidad los distintos conceptos y pensamientos trabajados desde el ámbito universitario sobre la problemática energética.

El artículo “Alcances y límites conceptuales del autoabastecimiento energético” aborda el concepto de autoabastecimiento, incluyendo una resumida reseña histórica sobre el rol de los hidrocarburos (gas y petróleo) en el abastecimiento energético de la Argentina. El autor expone también algunas reflexiones sobre la seguridad energética y la política de desarrollo, y sus implicancias en la economía nacional en relación con el aparato productivo y la demanda interna.

En el artículo “Biomasa y biogás, una alternativa ambiental para la producción de energía”, las autoras realizan una breve descripción de los conceptos de biomasa y biogás, incluyendo sus ventajas y desventajas como posibles fuentes de energía alternativas y el estado de su implementación en el país.

*Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Buenos Aires, Argentina.

En “Energía e impacto ambiental en ciudades” se expone la problemática del uso de la energía en el hábitat construido, y sus impactos a nivel local y regional, describiendo en detalle el fenómeno denominado “isla urbana de calor”. Presenta además una interesante reflexión sobre el rol de los planificadores y productores del hábitat urbano respecto a este fenómeno vinculado directamente con la demanda de energía en las ciudades en función de las características constructivas y la conformación del tejido urbano.

El artículo “Energías renovables: desafíos para la transición climática” parte del consenso existente en la comunidad científica sobre la atribución del Cambio Climático a la acción antrópica y en particular a las emisiones de gases de efecto invernadero. Presenta una serie de preguntas orientadas a esclarecer los desafíos que presenta la sustitución de la producción de energías fósiles por distintas alternativas de energías renovables, y su relación con factores ambientales, económicos y sociales en el mundo.

El siguiente artículo, “Energía y seguridad energética. Una aproximación metodológica” aborda el tema de la seguridad energética y las distintas dimensiones del uso de la energía, exponiendo la forma de utilización y las distintas características de las fuentes de energía aprovechadas por la sociedad contemporánea.

En “La nueva era de las energías renovables” se exponen cuestiones vinculadas a transición de las energías fósiles a las energías renovables en la matriz energética argentina. Presenta una visión de las posibilidades y perspectivas, incluyendo el aspecto económico del desarrollo de las energías renovables para nuestro país a partir del análisis de la Ley 26.190 del año 2007, del plan GENREN y del nuevo programa RenovAr.

El artículo “La sustentabilidad energética en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible” presenta una visión del tema de la sustentabilidad energética en relación con los Objetivos del Desarrollo *Sostenible*, con sus líneas o esferas de trabajo, y la premisa de asegurar el acceso a la energía sustentable. Además, describe en detalle las metas asociadas y cómo se adapta la posibilidad de logro de este objetivo al contexto local.

El escrito “La vaca muerta en la habitación: debates urgentes y necesarios para la transición fuera de los hidrocarburos no convencionales” reflexiona sobre la transición energética fuera de los hidrocarburos de extracción tradicional, en relación con los proyectos para su obtención mediante métodos no tradicionales con técnicas como el *fracking*. Toma como eje el megaproyecto de Vaca Muerta y expone las características de este tipo de técnicas, sus implicancias socioeconómicas, ambientales y los efectos en los lugares de explotación de este tipo de yacimientos.

El siguiente artículo, “La energía renovable, más que un negocio es un requerimiento social” plantea el tema de la importancia de la transición energética hacia las energías renovables poniendo en relevancia la óptica de la evaluación social en los proyectos para su desarrollo. Incorpora también el aspecto de la evaluación y consideraciones económicas asociadas al esquema de transición.

Los dos últimos artículos que forman parte de esta compilación apuntan a otra escala, haciendo foco en el hábitat construido. El primero, “Uso de recursos energéticos: la responsabilidad que le cabe a la arquitectura”, pone en evidencia el protagonismo de la arquitectura y las decisiones de diseño en el uso de los recursos energéticos desde la demanda de energía incluyendo el rol de los distintos actores involucrados en la producción de edificios.

Finalmente, el artículo “Y en casa... ¿cómo andamos?” hace referencia a la sustentabilidad y la eficiencia energética sobre la base del uso de energía en el hábitat edificado y la vida cotidiana de los habitantes. Para ello, describe el uso de energía en viviendas, incluye una breve reseña histórica, y muestra el rol de los distintos aspectos involucrados en la posibilidad de mejorar la eficiencia energética en el uso residencial, a modo de ejemplo transferible a mayor escala.

Los artículos que conforman esta publicación muestran algunos de los aspectos investigados y debatidos en las distintas facultades y centros de investigación de la Universidad de Buenos Aires. Se destaca su desarrollo y el avance permanente, y la actualización de estas temáticas en el ámbito universitario. El objetivo es priorizar y valorar la posibilidad de transferir el conocimiento y promover la capacidad de debate más allá de los límites del mundo académico, a toda la comunidad como impulsora y beneficiaria de ese conocimiento a favor del desarrollo sustentable.

ALCANCES Y LÍMITES CONCEPTUALES DEL AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO

IGNACIO SABBATELLA¹

Desde los días del general Enrique Mosconi hasta la actualidad, la historia energética argentina ha estado signada por la meta del autoabastecimiento, particularmente en lo que refiere a la explotación de petróleo y gas natural que, en conjunto, representan casi el 90% de la matriz primaria nacional. Sin ir más lejos, la Ley 26.741 de Soberanía Hidrocarburífera –aún vigente– declara “de interés público nacional y como objetivo prioritario de la República Argentina el logro del autoabastecimiento de hidrocarburos”. En este artículo abordaremos conceptualmente el autoabastecimiento energético, teniendo en cuenta la oferta y demanda de todas las fuentes de energía, incluidas las de origen fósil.

Pero ¿sabemos a ciencia cierta qué es el autoabastecimiento? ¿Sabemos cómo se mide? ¿De dónde proviene la importancia del autoabastecimiento en nuestro país? ¿Alguna vez se logró el autoabastecimiento? En pocas líneas intentaremos responder estas preguntas con el fin de contribuir al debate público sobre la política energética nacional.

¿QUÉ ES EL AUTOABASTECIMIENTO?

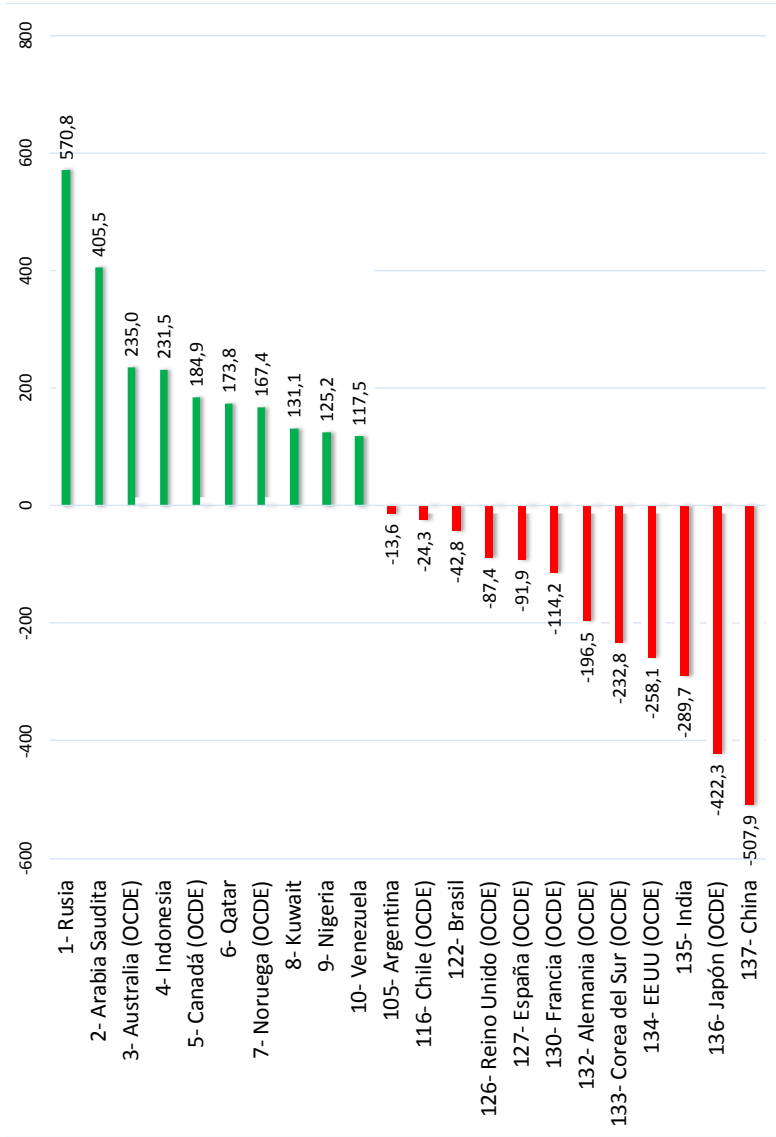
Desde el sentido común, el autoabastecimiento energético se alcanzaría cuando la demanda interna (transporte, hogares, comercio, agro e industria) fuera satisfecha totalmente por la producción local de energía (primaria y secundaria). Sin embargo, en términos técnicos no es necesariamente así. El

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Sociales. Instituto de Investigaciones Gino Germani (IIGG). Buenos Aires, Argentina.

enfoque clásico entiende el autoabastecimiento como un estado superavitario prolongado en el balance del comercio exterior del sector energético. Es decir, un país autoabastecido es aquel que exporta más energía de la que importa en forma sostenida en el tiempo. El ex secretario de Energía de Raúl Alfonsín, Jorge Lapeña, lo define de la siguiente manera: “El autoabastecimiento se produce cuando un país abandona su situación de importador neto de energía para adoptar la posición de país excedentario y logra mantener esta condición en forma permanente y por un largo tiempo. Bajo esta premisa solo cabe considerar el autoabastecimiento del año 1989 como el único que cumple con esa condición” (Lapeña, 2014: 54). Volveremos sobre la última afirmación más adelante.

Según datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), en 2014 los países exportadores netos de energía (que exportan más de lo que importan) eran 44 sobre 137, con Rusia y Arabia Saudita a la cabeza. La Argentina se ubicaba en el puesto 105 y no estaba entre los países autoabastecidos, pues sus importaciones netas eran de 13,6 millones de toneladas equivalentes de petróleo (MTEP) ¿Existe una relación directa entre autoabastecimiento y desarrollo? Según el Gráfico N° 1, no necesariamente. Solo catorce países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que nuclea a buena parte del mundo desarrollado, se ubican por encima de la Argentina. Los otros veinte países de la OCDE están entre los últimos treinta puestos. Los países centrales que no cuentan con recursos energéticos propios suficientes para abastecer su consumo delinean estrategias de seguridad energética: buscan garantizar el suministro de energía importada en forma ininterrumpida y a precios asequibles en el largo plazo.

Gráfico N° 1. Exportaciones netas de energía (MTEP). Países seleccionados (2014)



Fuente: Elaboración propia sobre datos de IEA (2016: 48-57).

UN POCO DE HISTORIA

Desde el descubrimiento en Comodoro Rivadavia en 1907 y la consiguiente creación de una reserva nacional por parte del presidente José Figueroa Alcorta en la que se prohibía otorgar concesiones privadas, la historia petrolera argentina ha estado marcada a fuego por el concepto de soberanía nacional. En 1910 Roque Sáenz Peña creó la División General de Explotación del Petróleo, antecedente directo de la fundación en 1922 de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), primera petrolera estatal del mundo, bajo el gobierno de Hipólito Yrigoyen. Al calor de las dos guerras mundiales, en las cuales el petróleo jugó un rol crucial, y el predominio de los grandes *trusts* petroleros en el mercado internacional, el nacionalismo petrolero se consolidó como una corriente ideológica transversal a sectores políticos, sociales, intelectuales y militares. Pronto el petróleo (y posteriormente el gas natural también) pasó a ser considerado un recurso estratégico tanto para el desarrollo industrial como para la defensa nacional, cuya explotación debía ser promovida activamente por el Estado nacional a través de su empresa de bandera. El autoabastecimiento petrolero quedó emparentado a la autosuficiencia económica y a la soberanía nacional.

La articulación entre la industrialización por sustitución de importaciones (ISI), Estado empresario a través de YPF (más la creación de Gas del Estado en 1946) y la asignación estratégica de los hidrocarburos tuvo su auge durante los primeros gobiernos peronistas. Sin embargo, el autoabastecimiento no se lograba en la medida que la producción local era insuficiente en relación con el rápido crecimiento de la demanda interna y, por lo tanto, era necesario cubrirlo con crudo importado. El resultado fue la agudización de la restricción externa que se manifestaba como déficit en la balanza comercial e impedía hacerse de divisas para financiar el acceso a la importación de bienes intermedios y de capital requeridos por el proceso productivo.

En este marco, surgió un nacionalismo petrolero de fines y otro de medios. El primero, no resignaba el monopolio estatal de la explotación de hidrocarburos como un fin en sí mismo; en cambio, el segundo proponía abrir la participación privada con el fin de aumentar la producción que condujera al autoabastecimiento. De hecho, este debate atravesó el segundo mandato de Perón y las presidencias radicales de Arturo Frondizi y Arturo Illia hasta que, finalmente, el golpe cívico-militar de 1976 desarticuló la ISI a cambio de un régimen de valorización financiera.

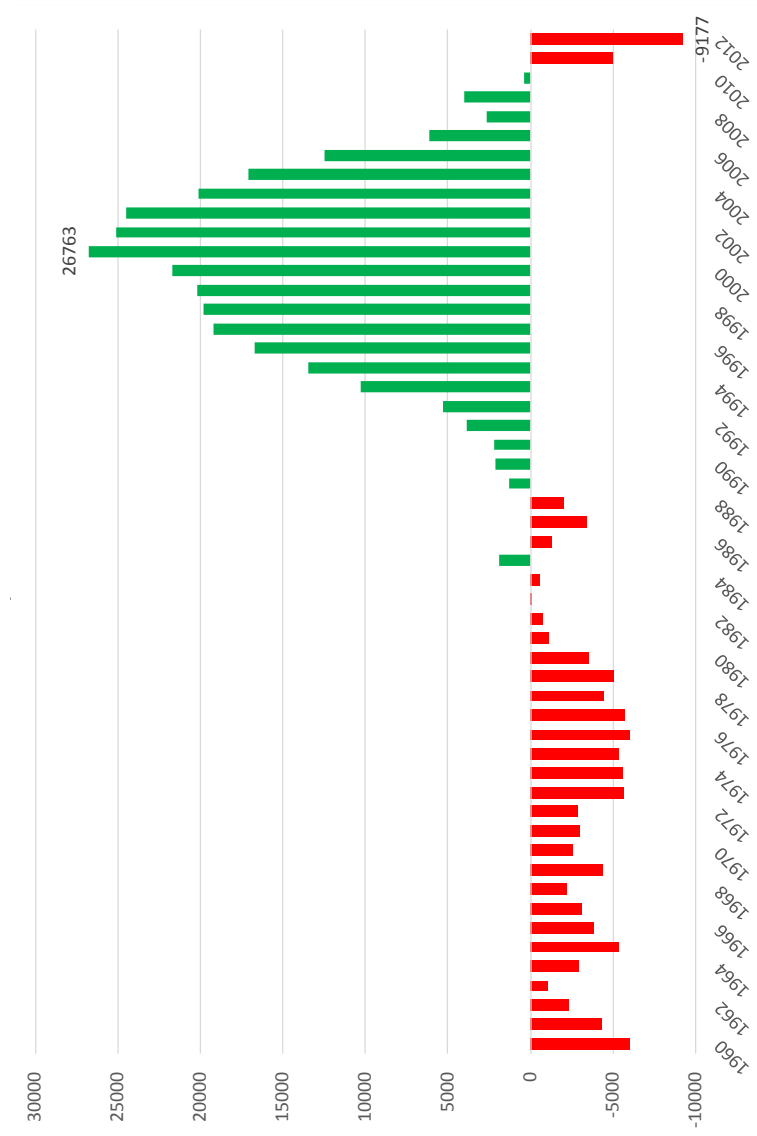
Además de la creación de YPF y Gas del Estado, otros hitos en el camino del autoabastecimiento fueron la construcción de las grandes obras hidroeléctricas: El Chocón (1973-1977), Cerros Colorados (1978), Futaleufú (1978), Salto

Grande (1979), Alicurá (1985), Piedra del Águila (1993), Yacyretá (1994-2011). También la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (1950) y el emplazamiento de tres centrales nucleares: Atucha I (1974), Embalse (1984) y Atucha II (2014). Por último, la puesta en marcha de la explotación del mayor yacimiento de gas del país, Loma La Lata (1977), junto a la extensión de la red de gasoductos interna, que permitiría dos décadas más tarde poner el gas natural en el primer lugar de la matriz primaria.

PROBLEMAS DEL ENFOQUE CLÁSICO

Desde el enfoque clásico, representado por Lapeña anteriormente, la Argentina habría logrado el ansiado autoabastecimiento a partir de 1989 hasta 2010, inclusive. Tomando en cuenta la evolución de las exportaciones e importaciones de energía (véase el Gráfico N° 2), efectivamente el saldo comercial fue positivo durante ese período. Sin embargo, aquí vamos a afirmar que se trata de un concepto restringido de autoabastecimiento.

Gráfico N° 2. Evolución del saldo de comercio exterior de energía primaria + secundaria (en miles de TEP). Años 1960-2012.



Fuente: elaboración propia sobre datos del Balance Energético Nacional (vieja metodología de la Secretaría de Energía de la Nación).

En primer lugar, definir al autoabastecimiento como un estado comercial superavitario pone un velo sobre las necesidades del consumo local, es decir, si fueron satisfechas por una mayor producción de energía o si, por el contrario, una menor demanda interna facilitó la obtención de excedentes energéticos. Los números indican que en 1989 se dio este segundo escenario, producto de la crisis hiperinflacionaria (que hundió un 7% el PBI) y una demanda energética negativa (-2%). De modo que esta definición de autoabastecimiento se muestra muy limitada como indicador energético ya que oculta la dinámica de la demanda interna y es menos apropiada aún para dimensionar el desarrollo económico del país.

En segundo lugar, existe un problema de índole político-económico. El objetivo de la administración menemista no fue lograr el autoabastecimiento en sí mismo, sino que el objetivo primordial era la generación de saldos exportables. Precisamente, el saldo comercial favorable de 1989 se explica por un aumento exponencial de las exportaciones: las de crudo se incrementaron 49%, las de gasoil 407%, las de nafta súper 95% y las de fueloil 54%. En un año de profunda contracción económica, estos combustibles “sobraban”. La dinámica que se consolidó los años siguientes fue una sobreproducción con relación a la demanda interna, habilitada por la reforma neoliberal del sector que introdujo el menemismo.

En el período 1989-2001 la extracción de crudo se incrementó 67%, pasando de 460 mil barriles por día (b/d) a 768 mil, mientras que el consumo lo hizo en menos de 24% pasando de 448 mil a 555 mil b/d, por lo que el mercado externo llegó a representar el 40% del crudo extraído. En el caso del gas natural, la extracción se incrementó 98%, pasando de 66 millones a 131 millones de m³, y el consumo aparente 58%, de 72 millones a 114 millones de m³, por lo que hasta el 13% del fluido extraído tuvo como destino la exportación.

De manera que el autoabastecimiento fue una consecuencia indirecta del proceso de “comoditización” del petróleo y el gas, es decir su transformación normativa y discursiva en meras mercancías exportables sin valor estratégico alguno. El proceso de comoditización, la desregulación del mercado y la privatización de YPF facilitaron la estrategia privada: ganancias extraordinarias de corto plazo a través de la sobreexplotación de las áreas más rentables (descubiertas fundamentalmente por la YPF estatal) y la subexploración de nuevas áreas. Con el fin de evacuar los excedentes hacia los países limítrofes fueron construidos un oleoducto y diez gasoductos de exportación, en detrimento de la expansión de las redes de distribución interna y de la explotación racional de bienes naturales no renovables en el largo plazo. El resultado fue un marcado deterioro del horizonte de reservas entre 1988-2001: en el caso del petróleo de 14 a 10,4 años y en el de

gas, de 34 a 16,6 años. Como si fuera poco, el año récord de exportación de energía y de saldo comercial positivo fue 2001, el mismo de la peor crisis económica y social de la historia argentina.

A partir de 2011, se ha perdido la condición de autoabastecimiento desde el enfoque clásico, como corolario del progresivo incremento del consumo energético en el marco de una sostenida expansión de la actividad económica desde 2003, en conjunción con la caída de la producción interna de energía debido a la maduración de los yacimientos y a la falta de nuevas inversiones privadas. Las importaciones de gas natural y gasoil para complementar la oferta interna explicaron la mayor parte del déficit sectorial, el cual acumuló en el período 2011-2015 más de U\$S 22.000 millones.

Sin embargo, la pérdida del autoabastecimiento no implica de por sí una “crisis energética”. Ni siquiera existe consenso internacional sobre cómo medir una situación de crisis energética. La Argentina importa solo una parte de sus necesidades energéticas, como muchos otros países. En cambio, el impacto es macroeconómico: la disponibilidad de divisas para solventar las importaciones energéticas se torna un problema en el marco de la restricción externa en un país periférico.

A MODO DE CIERRE

Paradójicamente (o no), el déficit energético actual está asociado al superávit energético impulsado en la década de 1990. Bajo los imperativos neoliberales, el sector energético se autonomizó respecto a las necesidades del aparato productivo y de la calidad de vida de la población y, de ese modo, la Argentina se convirtió en un país exportador sobre la base de recursos no renovables. Los bienes naturales de origen fósil son recursos estratégicos que deben servir prioritariamente al abastecimiento interno, más aún en una geología que no cuenta con abundantes reservas.

Evidentemente, el enfoque clásico de autoabastecimiento resulta insatisfactorio por sí solo para evaluar la política energética. Un indicador alternativo es el de autarquía energética, el cual mide el peso de las importaciones energéticas totales sobre la oferta bruta total (CAF, 2013). Un valor bajo de este indicador indica una alta autarquía energética y, a la inversa, un valor alto indica una baja autarquía. En 1995 el valor del índice aumentó casi 50% respecto a 1989 (de 8,7% a 12,5%), producto del incremento de la importación de combustibles. Es decir, descendió su autarquía energética. Mediante este indicador quedan a un lado las exportaciones, cuya composición en la década de 1990 fueron mayormente de productos primarios, sin valor agregado algu-

no. A lo largo de la década de 2000 la autarquía energética fue disminuyendo hasta alcanzar un valor de 20% en 2012.

De todos modos, una evaluación completa de la política energética de un período determinado debe hacerse en función de metas sociales y económicas. En el marco del desarrollo capitalista argentino, el autoabastecimiento energético –o mejor, el incremento de la autarquía energética– se puede definir como un horizonte deseable de la política energética a partir de la presencia de recursos naturales, la creación de empleo, la protección de la industria local y la promoción de la innovación tecnológica. Es consistente con una política de sustitución de importaciones y de ahorro de divisas que contribuya a atenuar la dependencia externa.

BIBLIOGRAFÍA

- CAF (2013). *Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe*. Corporación Andina de Fomento.
- IEA (2013). *Key World Energy Statics*.
- Lapeña, J. (2014). *La energía en tiempos de Alfonsín. Innovación, planificación estratégica, obras y autoabastecimiento*. Buenos Aires, Eudeba.

BIOMASA Y BIOGÁS. UNA ALTERNATIVA AMBIENTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

DANIELA MALCERVELLI Y MARÍA LAURA FISCHMAN¹

Se conoce como biomasa a la fracción biodegradable de productos, desechos y residuos de la agricultura, la silvicultura (cultivo y explotación de los bosques y montes) y las industrias relacionadas, así como también a la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales. Este concepto involucra diversas fuentes energéticas que comparten determinadas características, pero difieren en su forma de obtención y aplicación.

Según su estado, se distingue biomasa sólida, líquida y gaseosa. La biomasa sólida corresponde a los productos obtenidos a partir de tratamientos silvícolas forestales, residuos de la industria y agroindustria y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, entre otros. La biomasa líquida engloba los residuos ganaderos, industriales biodegradables y las aguas residuales urbanas; también se incluyen en este grupo los aceites y biocombustibles (bioetanol y biodiesel). La biomasa gaseosa corresponde al biogás obtenido a partir de los residuos animales, residuos agroalimenticios, vertederos, etcétera.

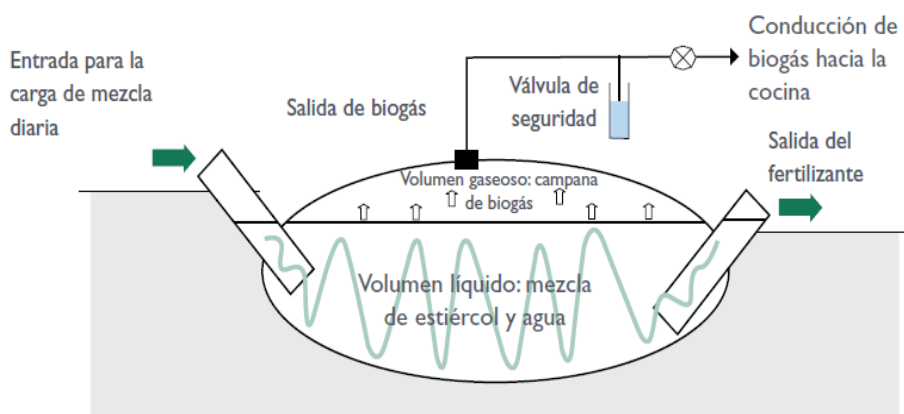
El uso de la biomasa como fuente de energía presenta algunas ventajas ambientales como disminuir la emisión de dióxido de carbono, evitar la emisión de contaminantes sulfurados o nitrogenados y reducir los residuos generados. Como desventajas, se evidencia un menor rendimiento energético, si se lo compara con los combustibles fósiles, un mayor costo de producción y la posibilidad de presentar problemas de transporte y almacenamiento. El desarrollo de distintas tecnologías de transformación de la gran cantidad de biomasa existente en energía (combustión, pirolisis, fermentación anaerobia

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Cátedra de Física Biológica. Buenos Aires, Argentina.

y otras) permite que esta sea utilizada en la producción de energía térmica, electricidad, biocombustibles y gases combustibles como el biogás.

La producción de biogás consiste en la descomposición de la biomasa para obtener gas, cuyo compuesto combustible es el metano. Este proceso es adecuado para tratar biomasa de elevado contenido en humedad, aunque poco útil para otras aplicaciones, por su baja calidad o por su poca disponibilidad. El gas obtenido es de bajo poder calorífico, pero de gran utilidad en entornos ganaderos o agrícolas pues permite el suministro de luz y calor. El biodigestor es el depósito en el cual se introduce la materia orgánica para luego ser degradada. El proceso se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, a distintas temperaturas y por diferentes tipos de bacterias específicas. Como resultado, no solo se obtiene el gas combustible, sino también biofertilizante. El proceso de biodigestión requiere abundante agua de buena calidad, libre de metales pesados, materiales de limpieza como detergentes y lavandinas, y sustancias antimicrobianas (antibióticos) que puedan impedir el proceso fermentativo. Existen varios factores que influyen en el proceso de degradación. El pH óptimo oscila entre 6,6 y 7,6. Otro factor es la temperatura, siendo su variación más importante que un valor fijo. Dado que las bacterias metanogénicas son más sensibles que otros microorganismos del digestor, la disponibilidad de nutrientes (carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y otros factores de crecimiento), la presencia de sustancias tóxicas, el tiempo de retención y el ritmo de carga son fundamentales. En teoría, la materia orgánica contiene todos los compuestos orgánicos que pueden convertirse en metano; es importante tener en cuenta que un nutriente esencial como el nitrógeno puede ser tóxico si su concentración se incrementa en demasía, causando toxicidad por un aumento de amoníaco. Los requerimientos de operación de un reactor anaerobio establecen que el contenido total de materia seca en la carga no puede exceder el 10%. Las excretas animales contienen una concentración de materia seca superior a ese valor, por lo cual es necesario diluir los desperdicios antes de realizar la carga del biodigestor. El tiempo de producción del gas es lento, por lo tanto, cuanto más tiempo estén las sustancias en el digestor, mayor será la producción del mismo en términos absolutos por unidad de sustrato. La tecnología de los biodigestores es muy versátil, y existen alternativas y adaptaciones a las más variadas situaciones y necesidades productivas. Los biodigestores tubulares flexibles de polietileno surgieron como una opción económica (véase la Figura N°1). Su ventaja reside en que pueden ser construidos con materiales locales, de forma sencilla y de manera rápida, y el mantenimiento no provoca complicaciones a sus operarios.

Figura N°1. Esquema del biodigestor tubular



Fuente: Mundo Rural ([http://mundorural.co/apc-aa/view.php3?vid=223&cmd\[223\]=x-223-187](http://mundorural.co/apc-aa/view.php3?vid=223&cmd[223]=x-223-187)).

El biogás está compuesto por un 50 a 70% de metano, 30 a 40% de dióxido de carbono y menos de un 5% de otros gases (hidrógeno y ácido sulfhídrico, entre otros). El aprovechamiento de este combustible puede ser realizado de forma directa, o sea mediante su combustión, para generar calor (1 m³ de biogás equivale a 0,65 m³ de gas natural), también puede ser utilizado como combustible de motores o ser aprovechado para generar energía eléctrica (1 m³ de biogás puede generar 2,1 kW de energía eléctrica), y constituye una alternativa a las fuentes de energía fósiles.

El biofertilizante obtenido es un material fluido, fácil de manejar y carente de olores. Una característica importante del proceso de biodigestión es que todos los macronutrientes y micronutrientes presentes en los residuos son preservados en su totalidad, mientras que se disminuye el contenido de patógenos y se inactivan las semillas de malezas que luego podrían ser diseminadas junto con el fertilizante. Otra ventaja es que se reduce el uso de fertilizantes artificiales, generando una mejora económica y medioambiental.

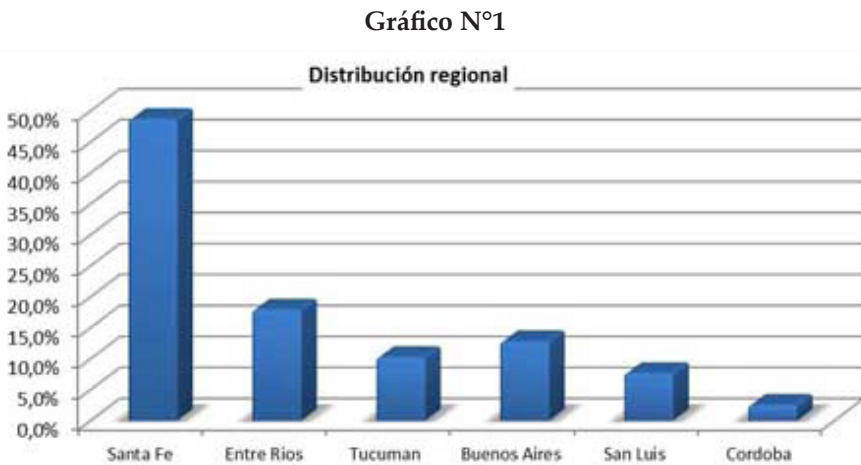
En la Argentina hay en la actualidad aproximadamente entre 60 y 80 plantas de biogás, sumando minibiodigestores o minilagunas cubiertas de consumo domiciliario, pero sólo 20 de ellas corresponden a grandes instalaciones (véase la Figura N°2).

Figura N° 2. Planta de Biogás La Micaela (Carlos Tejedor, Buenos Aires)



Fuente: Biogás Argentina (<http://www.biogas-argentina.com>).

En el Gráfico N° 1 se muestra la distribución de las plantas de biogás en la Argentina



Fuente: INITI, 2015.

Los biodigestores son una alternativa de inserción práctica, económica y funcionalmente satisfactoria; es necesario estimular su aplicación y utilización para contribuir con la oferta energética.

BIBLIOGRAFÍA

- Cerdá Tena, E., 2012. Energía obtenida a partir de biomasa. *Cuadernos económicos de ICE*, Issue 82, pp. 117-140.
- Cisale, H. y otros, 2015. Biogás. Una alternativa ecológica. *Infovet*, 127, pp. 23-25.
- Dominguez, P. & Ly, J., 2005. Biodigestores como componentes de sistemas agropecuarios integrados. En: N. Diulio, J. Vivas & C. Zambrano, edits. *Sistemas integrados de producción con especies no rumiantes*. Guanare: UNELLEZ, pp. 34-43.
- Hergueras, A. & Del Peso Taranco, C., 2012. Materias primas. En: Graficolor-Palencia S.L, ed. *Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad*. Palencia: Centro Tecnológico agrario y agroalimentario ITAGRA.CT, pp. 4-12.
- Tobares, L., 2012. *La importancia y el futuro del biogás en la Argentina*. Buenos Aires, 3º Congreso Latinoamericano y del Caribe de Refinación.
- Varnero Moreno, M., 2011. *Manual de Biogás*. 1ª ed. Santiago de Chile: Proyecto CHI/00/G32.

ENERGÍA E IMPACTO AMBIENTAL EN CIUDADES

SILVIA DE SCHILLER¹

El creciente uso de energía en centros urbanos puede provocar impactos ambientales con consecuencias ecológicas, sociales y económicas en el marco del cambio climático. Los grandes centros urbanos de la Argentina, con poblaciones superiores a 300.000 personas, albergan el 54% de la población y concentran más de dos terceras partes del uso de recursos energéticos en el hábitat edificado con actividades industriales, transporte y residencial. Estos usos, que configuran la demanda de energía, posibilitan el desarrollo de actividades urbanas y sostienen la calidad de vida.

El uso de energía, proveniente principalmente de fuentes fósiles, también promueve conocidos impactos como resultado de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) fenómeno asociado al cambio climático y el calentamiento global. También provoca impactos locales y regionales, tales como polución aérea y lluvia ácida, especialmente en regiones donde el carbón es la principal fuente de energía. Las fuertes concentraciones de esmog en las ciudades chinas y la acidificación de los lagos de Suecia son ejemplos de este problema. Afortunadamente, el uso de carbón en la Argentina es muy limitado, primando el gas como el combustible principal de la matriz energética, el más “limpio” de los recursos fósiles. La geografía, topografía y clima de las zonas urbanas de la Argentina también favorecen la ventilación urbana, a diferencia de ciudades como Los Ángeles o Santiago de Chile, donde la topografía promueve la concentración de polución, mientras los buenos aires de Buenos Aires mantienen la atmósfera urbana relativamente limpia. Sin embargo, hay otros impactos que se pueden detectar y, consecuentemente, se deben mitigar.

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Buenos Aires, Argentina.

En ese contexto, se analiza el resultado del uso concentrado de energía en ciudades, provocando la formación de la “isla urbana de calor” (IUC), fenómeno resultante del aumento de temperatura del aire en ciudades y regiones metropolitanas, generalmente considerado producto de las actividades humanas, con posibles impactos sobre el bienestar y la salud de los ciudadanos y la demanda de energía. Sin embargo, no es la ciudad en sí la única culpable del fenómeno sino las características edilicias y urbanas de su desarrollo, transformación y crecimiento. Por tal motivo, el fenómeno debe ser un foco de investigación de planificadores, urbanistas y arquitectos responsables de orientar y conducir ese proceso en constante crecimiento, de manera complementaria con los meteorólogos urbanos.

Así, la IUC fue objeto de interés del Centro de Investigación Hábitat y Energía por su directa relación con factores que intervienen en la sustentabilidad del hábitat edificado y la inquietud por detectar evidencias del impacto ambiental generado por las características del diseño y desarrollo urbano: morfología, densidad y localización y distribución de actividades en la ciudad. De ahí el desarrollo de estudios sobre el desempeño energético de edificios y las características de diseño de centros urbanos en distintos climas y latitudes, analizando los aspectos que impactan en la habitabilidad, la salud y el uso eficiente del recurso energético en el marco del desarrollo sustentable.

Las preguntas que motivaron estas investigaciones fueron diversas, conscientes de la complejidad y escala del campo de estudio: ¿Qué grado de variación de temperatura producen las ciudades en países emergentes o en desarrollo de Latinoamérica?, ¿Cuál es la influencia de la ubicación y distribución de espacios verdes, la topografía y diferentes densidades urbanas?, seguido de la inquietud operativa: ¿Cómo medir la IUC con equipamiento accesible, con suficiente precisión para demostrar los efectos y las variaciones a profesionales, investigadores y alumnos de grado y posgrado, futuros planificadores urbanos y proyectistas de edificios?

Estudios sobre aspectos climáticos y ambientales de la morfología urbana en países en desarrollo (de Schiller y Evans, 2000) y la transformación de sectores urbanos, características de su tejido y edificios (de Schiller, 2001), se continuaron con ejercicios para detectar la isla de calor y evidenciar el impacto del hábitat construido en el ambiente, con experimentación en varias ciudades de diferente tamaño, clima y latitud.

A tal fin, se realizaron estudios de la intensidad de la isla de calor en ciudades latinoamericanas: Buenos Aires y Río Gallegos, en la Argentina, de clima templado y frío, respectivamente (de Schiller *et al.*, 2001), y Tampico, México, en clima cálido-húmedo (Evans y de Schiller, 2005), detectaron aumentos de temperatura de 3 a 5 °C en zonas densamente pobladas. Quito, en

Ecuador, y Santiago de Chile, con compleja topografía. En todos los casos, la medición del fenómeno permite analizar variables de diseño edilicio que impactan en el ambiente urbano, proporcionando una herramienta útil para verificar normativas y reglamentos en códigos de edificación y desarrollo urbano para su mitigación.

Estos procedimientos dieron soporte al análisis de la intensidad del fenómeno en condiciones y contextos diversos, y tanto la medición como la observación directa proporcionaron evidencia para evaluar y cuantificar el impacto. Los estudios también permitieron identificar variables de diseño que contribuyen a moderar o incrementar impactos ambientales. La combinación y complementación de estos estudios ofrece una herramienta útil para identificar causas y verificar la eficacia de medidas de mitigación para desarrollar nuevos criterios y variables de diseño a escala arquitectónica y urbana. Comprender causas y efectos del fenómeno debería ayudar a modificar prácticas de diseño potenciando criterios que contribuyan a mejorar el desempeño ambiental del hábitat edificado para reducir la demanda de energía, el beneficio social y económico del desarrollo sustentable.

La serie de estudios experimentales de IUC en ciudades latinoamericanas de diferentes características, obtuvo mediciones y registros del fenómeno y su intensidad en sectores urbanos, identificando impactos de distinto tipo y variaciones relacionadas con tres factores principales:

- *Energía*: el aumento de demanda de aire acondicionado en verano y la reducción de la demanda de calefacción en invierno pueden afectar la demanda de energía y necesitar mayor capacidad de generación y distribución de energía en la ciudad.
- *Salud*: la modificación de temperatura puede favorecer el crecimiento y desarrollo de vectores de enfermedades tales como la vinchuca y el mosquito, y cambios en la flora y fauna urbana.
- *Bienestar*: la variación de temperatura afecta a la población en forma directa en los espacios exteriores en forma favorable o desfavorable en distintos momentos, afectando especialmente la población más vulnerable, niños y personas mayores.

MEDIR, IDENTIFICAR, EXPERIMENTAR... Y ¡MEJORAR!

Distintas técnicas permiten medir la intensidad de la isla de calor según el procedimiento elegido, con estaciones fijas, móviles y/o sensores remotos. Las estaciones fijas, por ejemplo en estaciones meteorológicas, verifican la

variación de temperatura con limitada cobertura espacial, mientras que con estaciones móviles, termómetros montados en vehículos, se logra mayor cobertura pero con tiempos limitados, y con el uso de satélites se detectan variaciones de la radiación emitida por la masa urbana, indicador indirecto de la temperatura de las superficies.

En los estudios aquí presentados se emplearon estaciones móviles, vehículos con termómetros colocados en su exterior, y se registró la distribución de temperatura cada 15 segundos durante su recorrido, para asegurar rápida respuesta a las variaciones térmicas. Las mediciones fueron realizadas después de la puesta del sol, periodo de máxima intensidad de la IUC. En todos los casos, se utilizaron los datos del aeropuerto cercano como referencia fija.

Los circuitos vehiculares atravesaron sectores diferenciados, identificando simultáneamente las características morfológicas, alturas, distancias y retiros de edificios, y presencia de vegetación. Las observaciones realizadas en varias ciudades aportan a la comprensión del fenómeno y a la toma de decisiones sobre el buen uso del recurso energético desde la demanda de energía, contribuyendo a la sustentabilidad urbana, como plantean los siguientes casos.

A latitud 34° S y terreno plano, *Buenos Aires* muestra una isla de calor cuya intensidad alcanza 3° C en invierno y verano, en clara relación con la densidad poblacional y edificada, el efecto moderador del Río de la Plata, parques costeros y urbanos con menor temperatura, mientras los ejes urbanos de mayor densidad al oeste y noroeste también presentan mayor temperatura.

En altas latitudes, la experimentación de la isla de calor de *Río Gallegos* detectó 5 °C de diferencia entre el aeropuerto y el centro, superior a los 3 °C en Buenos Aires, a pesar de la ausencia de industrias, escaso tránsito, clima frío con 0 °C de temperatura y sin sol en el día de la medición, sin la acumulación de calor en edificios y pavimentos, y fuerte vientos del oeste que afectaban la distribución de temperatura. Así, el factor principal de la "isla" radica en la gran producción de calor de los edificios que, con deficiente aislación térmica y uso excesivo de energía, transfieren rápidamente calor al ambiente. Las bajas tarifas de energía han desalentado su ahorro y el mejor desempeño térmico de la construcción.

En *Tampico*, en el Golfo de México, sobre el río Panuco, con clima cálido y húmedo, se registraron temperaturas entre 26 a 34 °C durante la medición, confirmando valores elevados en el centro, con 3 °C de variación respecto a la periferia con lagunas y vegetación. Se detectaron además varias "islas" en centros comerciales con elevado uso de refrigeración y grandes superficies oscuras de asfalto en estacionamientos sin vegetación, sumado a la concentración de tránsito en autopistas alledañas, contrastando con zonas

de menor temperatura cercanas a lagunas con vegetación o al mar con su efecto moderador.

En ciudades de topografía compleja, *Santiago de Chile*, en el Valle Central, y *Quito*, Ecuador, con múltiples quebradas, a los pies del volcán Pichincha, mostraron situaciones de gran interés: Santiago, con clima templado-frío y contaminación aérea por las inversiones térmicas que también favorecen la formación de la isla de calor, y Quito, con clima ecuatorial de altura, las diferencias de temperatura en la ciudad dependen fuertemente de la variación de altura más que de la densidad del desarrollo urbano, aunque se detectaron puntos calientes en zonas de concentración urbana.

RELEVANCIA DE LA EVIDENCIA

Las experimentaciones en ciudades con diferentes climas, tamaños y características edilicias, realizadas con el mismo procedimiento, sugieren recomendaciones para mitigar el impacto: mantener espejos de agua y sectores verdes, introduciendo “oasis” o “islas frías”, evitar grandes extensiones de pavimentos oscuros, controlar el Factor de Ocupación del Suelo, promoviendo superficies verdes, arbolado urbano y vegetación.

CONCLUSIONES

Las experimentaciones realizadas permitieron detectar sectores de mayor temperatura en zonas de gran consumo de energía en edificios y menor temperatura en parques y superficies de agua, indicando la importancia de conservar estas condiciones en la ciudad. Al fenómeno de calentamiento global se suma el impacto del uso de energía y la retención de calor en las superficies urbanas con consecuencias directas sobre el confort, la salud y la demanda de energía, demostrando la importancia de la experimentación urbana con datos tangibles de la influencia de las decisiones de diseño urbano y edilicio sobre las condiciones ambientales. La búsqueda de evidencia, vista desde la demanda de energía, permite relacionar causas y efectos del impacto de la ciudad al ambiente, experiencia que promueve la percepción directa y la ponderación cuantitativa de fenómenos urbanos, instrumentos valiosos de evaluación en el marco de la eficiencia energética y la sustentabilidad del hábitat construido.

BIBLIOGRAFÍA

- de Schiller, S. *et al.* (2001). "Sustentabilidad y transformación del tejido urbano en la cuadrícula latinoamericana" en: A. Falú y M. Carmona (editores). *Globalización, forma urbana y gobernabilidad*. Córdoba, TUDelft-UNC.
- de Schiller, S. y J.M. Evans (2000). "Urban Climate and Compact Cities in Developing Countries", pp. 117-124, en: M. Jenks y R. Burgess (eds.) *Compact Cities, Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Londres, Spon Press.
- Evans, J.M. y S. de Schiller (2005). "La isla de calor en ciudades con clima cálido-húmedo: El caso de Tampico, México", *AVERMA*, Vol. 9.

ENERGÍAS RENOVABLES: DESAFÍOS PARA LA TRANSICIÓN CLIMÁTICA

ROQUE PEDACE¹

El Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (GICC, en inglés IPCC) ha establecido que las bases físicas del calentamiento global apuntan de manera incontestable a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de origen antrópico como máximo responsable del fenómeno; como consecuencia, todos los gobiernos del mundo han acordado iniciar una transición energética para la eliminación completa de estos gases como línea principal de acción.

¿CUÁL SERÍA EL HORIZONTE TEMPORAL PARA LLEGAR A CERO EMISIONES EN EL SECTOR ENERGÉTICO?

Deberíamos llegar globalmente a mediados de siglo sin excluir la remoción de CO₂ de la atmosfera. Estas emisiones negativas podrían tener lugar sobre la base de tecnologías ya conocidas o bien por medio de nuevos sistemas de captura del CO₂ atmosférico. La concentración de este gas es muy baja y por tal motivo se requeriría de una considerable cantidad de material para los dispositivos, como así también de energía para hacerlos funcionar en el caso de sistemas artificiales aun no desarrollados, que procuran la adsorción del CO₂. En el caso de medios biológicos, se utilizaría la fotosíntesis en vegetales para luego capturar el carbono de diversas formas; entre ellas, la generación de energía por combustión y la posterior separación y almacenamiento/secuestro geológico conocido como CCS por su sigla en inglés.

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Instituto de Ingeniería Sanitaria. Secretaría de Ciencia y Técnica. Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología. Buenos Aires, Argentina.

Las limitaciones, en el primer caso, son de orden económico y, en menor medida, tecnológico; en el segundo, prevalece además el impacto ambiental, aún no evaluado, de utilizar superficies y recursos como el agua en la escala necesaria, siendo esto comparable a lo que hoy se destina a la agricultura. Por otro lado, el uso de biomasa para la producción de biocombustibles como biogás requiere de tecnologías bien conocidas aplicables en gran escala en el planeta (véase el artículo “Biomasa y biogás. Una alternativa ambiental para la producción de energía” de Malcervelli y Fischman, en esta publicación).

En ambos casos existe, además, un problema político. A saber: que la decisión sea un caso de “*moral hazard*”, es decir, la especulación de que, si la solución se puede tomar en el futuro, no sea necesario ni conveniente acelerar la transición en el presente. La incertidumbre sobre los costos e impactos futuros de las tecnologías requeridas ha promovido una actitud cauta sobre los eventuales retrasos que pudieran aceptarse. Por otro lado, el desarrollo de pilotos a gran escala en tecnologías de captura y almacenamiento es promovido por industrias fósiles. El éxito les permitiría extender el horizonte de explotación de recursos y justificar la exploración y el desarrollo de yacimientos fósiles no convencionales. Sin la aceptación de emisiones negativas futuras estas reservas entrarían en la categoría de “activos inmovilizados” (*stranded assets* en inglés), es decir no explotables (Shell.com).

¿ES NECESARIO ELEGIR GANADORES ENTRE TODAS LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES? ¿NO BASTARÍA CON FIJAR MECANISMOS DE MERCADO QUE APUNTEN AL MENOR COSTO?

Los avances en los márgenes son hoy remedio insuficiente ya que se requieren cambios transformacionales del sistema. Se necesita inversión directa dirigida a resolver problemas específicos para la descarbonización total de la matriz; en el caso de la electricidad, el sistema debe hacerse más flexible para aceptar la penetración creciente de fuentes variables. Para ello se requiere planificación de muy largo plazo en infraestructura y transporte en alta tensión teniendo en cuenta la distribución geográfica de los recursos y la interconexión con países vecinos. También debe promoverse en la transición el uso racional de la energía y la generación distribuida en el medio urbano y periurbano.

Estas medidas no son adoptadas por los particulares de manera espontánea sino por el conjunto de la sociedad de manera consciente por medio de políticas públicas. Por esa razón, debe abandonarse la “soberanía del consumidor” como principio que determina patrones de consumo y tasas de

descuento, ya que altas tasas de interés obstaculizan las inversiones de largo plazo como las requeridas. La satisfacción del consumidor en el corto plazo resulta incompatible con la reducción planificada que lleve a la eliminación total de las emisiones. Una situación similar se da en la electrificación del transporte y en la adecuación del sector residencial, procesos que exigen planificación de largo plazo y medidas de facilitación, por ejemplo la incorporación de nuevas tecnologías como las de almacenamiento que se promueve con la adopción de hojas de ruta en las cuales participan los actores involucrados para maximizar sinergias y disminuir riesgos. Tener en cuenta los tiempos de las curvas de aprendizaje de los procesos de difusión de las tecnologías necesarias evita los encierros (*lock in*) a los cuales llevan las decisiones individuales en el corto plazo.

SI LA TRANSICIÓN REQUIERE DE NUEVAS TECNOLOGÍAS, ¿NO ENFRENTAREMOS UNA ESCASEZ DE MATERIAS PRIMAS Y DE ENERGÍA?

Materiales de uso corriente muy abundantes y que no presentan problemas por sobreexplotación se utilizan en todas las tecnologías de fuentes renovables y de los sistemas energéticos que alimentan, como es el caso del acero, aluminio y cemento. En todos los escenarios analizados no representan un cuello de botella aun cuando sean un componente importante de los costos y compitan con otros usos como materiales de construcción. El reciclado y la incorporación de madera y nuevos materiales compuestos pueden contribuir en algunos casos a disminuir la presión sobre ellos.

La electrificación creciente, por el contrario, puede requerir tierras raras (neodimio, disprosio) por sus propiedades magnéticas para motores y generadores eléctricos, así como metales de conducción como el cobre por encima de sus niveles de producción actuales. Si bien son sustituibles, hay un precio a pagar en eficiencia por esta sustitución.

Germanio, Indio, Galio y Telurio pueden requerirse en cantidades muy grandes en función de la tecnología fotovoltaica a utilizar. En las baterías, el cobalto puede ser un material escaso; los volúmenes, al igual que los de litio y titanio (ambos abundantes pero de obtención exigente) y otros elementos dependerán de la demanda final de almacenamiento eléctrico y de la tecnología que prevalezca para ese fin. Afortunadamente hay varias opciones a partir de materiales abundantes (véase: <http://www.theleadsouthaustralia.com.au/industries/mining-resources/silicon-energy-storage-technology-scales-up-for-commercial-production/>) y las curvas de aprendizaje tanto en vehículos eléctricos como en usos estáticos ya comerciales permiten prever costos muy favorables.

La electrolisis del agua hoy utiliza materiales caros como el platino y es por ello un proceso comparativamente caro que en la escala requerida deberá competir con otras alternativas de producción de H_2 y de almacenamiento energético. Los excedentes de generación eléctrica podrían usarse para sintetizar gases (Power-to-gas): acumular H_2 para uso final o para servir de insumo en la síntesis de biometano, a partir de CO_2 de origen biológico.

¿ES POSIBLE CUBRIR LA DEMANDA ELÉCTRICA FUTURA TAN SOLO CON ENERGÍAS RENOVABLES (ER)?

Tanto eólica, como solar y undimotriz son más que suficientes para la transición mundial por sí solas. Esto es, son opciones “backstop” que podrían abastecer la demanda si fallasen las demás. De las tres, solo solar FV (fotovoltaica) y eólica son competitivas con las alternativas no renovables. A partir de la electricidad generada de estas fuentes se podría obtener H_2 por electrolisis y de este modo reemplazar los hidrocarburos gaseosos y líquidos.

La energía solar térmica de concentración y la eólica fuera de costa, todavía más caras en la mayoría de los casos, presentan respectivamente ventajas en cuanto al almacenamiento energético, a la cantidad de horas que generan al año y por unidad de potencia instalada (factor de planta). Por esta razón pueden compensar los mayores costos por los ahorros para el sistema eléctrico en su conjunto.

La tasa de retorno energético, esto es la relación entre la energía que se utilizó para su construcción e instalación y aquella que genera a lo largo de su vida útil, es favorable en todas ellas. El progreso tecnológico ha permitido un retorno creciente paralelo a la curva de aprendizaje que hoy es mayor que 1:10 en solar FV y eólica. Por esta razón, la energía no es factor relevante en el costo de fabricación de los equipos. La situación es también muy favorable en solar térmica de concentración (ya comercial) y en undimotriz (aún en fase de demostración); en ambos casos la mayor limitación está dada por la ubicación geográfica del recurso que implica mayores costos de transmisión.

¿CÓMO SE PODRÍA EN POCAS DÉCADAS SUSTITUIR LOS VECTORES FÓSILES UTILIZADOS EN TRANSPORTE, INDUSTRIAS Y SECTOR RESIDENCIAL?

La tasa anual de incremento de la electrificación de la matriz ha sido muy baja desde el siglo XIX. Su duplicación, necesaria para la transición, presenta desafíos en varios planos.

Requiere un cambio total de la demanda en los usos finales como transporte, climatización, higiene y cocción, una oferta eléctrica capaz de alimentarla y una adecuación de los sistemas de distribución a estas nuevas demandas. Exige tener en cuenta la distribución geográfica de las fuentes y sus regímenes, esto es la estacionalidad y la variación en el día, y una planificación acorde muy distinta a la del paradigma centralizado convencional. Premia el uso racional por lo cual supone redes y usuarios informados, activos e inteligentes. Además requiere el almacenamiento y la interconexión de sistemas para aprovechar los superávits de oferta eléctrica.

El transporte urbano y periurbano presenta menores escollos técnicos, ya que desde hace muchas décadas se dispone de sistemas públicos electrificados en todo el mundo. Por el contrario, el de larga distancia carretero, el marítimo y el aéreo requieren combustibles fluidos con los sistemas actuales.

¿CUÁL ES EL ROL DE LA BIOENERGÍA EN LA TRANSICIÓN?

Si bien es también una opción “backstop”, es decir, superabundante en el planeta, exige recursos sobre los cuales hay presión por usos concurrentes, como la forestación o la agricultura, o bien tecnologías cuyo impacto local es aún incierto en la escala requerida.

Según varios escenarios puede ser cuantitativamente muy relevante en la transición, ya que la productividad en cultivos tiene un amplio rango: de 1 T a más de 100 T de biomasa por hectárea, incluyendo la utilización de residuos y cultivos energéticos (véase el artículo en esta publicación antes citado), y puede desarrollarse en gran diversidad de suelos y climas. El recurso crítico frecuentemente no es el espacio disponible sino otros limitantes como el agua y los nutrientes, como en el caso del cultivo intensivo de microalgas que requiere una fuente concentrada de CO_2 . Esta restricción no existe en la maricultura para la producción de macroalgas, la cual aún se realiza en muy pequeña escala en zonas costeras sin fines energéticos.

La mayor importancia de la bioenergía en la transición es que puede proveer en alguna medida los fluidos (líquidos, gases) que sustituyen los hidrocarburos utilizados hoy tanto para el transporte y la industria como para la generación en centrales térmicas. En este último caso dan respaldo de generación firme a las renovables variables y complementan la difusión de tecnologías de almacenamiento como las baterías.

En este, como en todos los casos anteriores, la transición justa requiere usar el principio de suficiencia ya que la misma es incompatible con el creci-

miento exponencial indefinido de la oferta energética cualesquiera sean las fuentes y los sistemas a utilizar.

¿CÓMO COMPITEN LAS ER CON OTRAS ALTERNATIVAS BAJAS EN EMISIONES COMO ENERGÍA NUCLEAR Y LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO (CCS)?

La energía nuclear es más cara en promedio y tiene una pobre curva de aprendizaje, esto es, sus costos no descienden con el tiempo en función del incremento de su adopción. No es la más apropiada para complementar las ER variables ya que es muy intensiva en capital y por lo tanto se la prefiere usar para la generación de base. Adicionalmente, los nuevos diseños (cuarta generación) tardaran varias décadas en ser comercializados para sustituir los actuales. El acceso a la tecnología en este periodo es más costoso que en el caso de las ER.

La captura y el almacenamiento de carbono también está en fase piloto y, a diferencia de la energía nuclear, no permite eliminar las emisiones del todo ya que la eficiencia de la captura de CO₂ no supera el 90%. Al competir con las inversiones necesarias para adecuar el sistema eléctrico a la entrada de renovables variables, pueden retrasar la transición, aun cuando en algunos casos pueda resultar económicamente ventajoso mantener por un tiempo la generación fósil de base (Heuberger *et al.*). El desarrollo de nuevos yacimientos, como por ejemplo el de hidrocarburos no convencionales que se promueve en la Argentina, implicaría menguar recursos destinados a la nueva matriz energética descarbonizada y, por lo tanto, posponer su realización.

BIBLIOGRAFÍA

- IRENA-The International Renewable Energy Agency. (s.f.). Obtenido de la página web: <http://www.irena.org/home/index.aspx?PriMenuID=12&mnu=Pri>
- Grantham Institute (2017). "Climate change and the Environment. Expect the unexpected: The disruptive power of low-carbon technology". Obtenido de: http://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/collaborative-publications/Expect-the-Unexpected_CTI_Imperial.pdf
- Heuberger, C. F.; Staffell, I.; Shah, N.; Mac Dowell, N. (2016). "Quantifying the value of CCS for the future electricity system". *Energy & Environmental Science*.

- Jeremy Bentham, Head of Shell Scenarios (2013). "A better life with a healthy planet: Pathways to Net-Zero emissions". Obtenido de <http://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/a-better-life-with-a-healthy-planet.html>
- Spence, A. (2017). "Silicon energy storage technology scales up for commercial production". The Lead, págs. Obtenido de: <http://www.theleadsouthaustralia.com.au/industries/mining-resources/silicon-energy-storage-technology-scales-up-for-commercial-production/>.
- Yann Robiou du Pont, M. Louise Jeffery, Johannes Gütschow, Joeri Rogelj, Peter Christoff & Malte Meinshausen. (2017). "Equitable mitigation to achieve the Paris Agreement goals". Nature Climate Change.

ENERGÍA Y SEGURIDAD ENERGÉTICA. UNA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

*VÍCTOR BRONSTEIN*¹

El atributo distintivo y fundamental de las sociedades modernas es el altísimo consumo energético que nos brinda alimentos en abundancia, producción industrial a gran escala, transporte global e independencia de los factores climáticos. Nuestra civilización actual es el producto de la combustión creciente de carbón, petróleo y gas natural y de la generación de electricidad a partir también de combustibles fósiles y, en menor medida, del aprovechamiento de la energía cinética del agua y de la fisión del átomo de uranio. Sin embargo, este vínculo fundamental entre el aumento del uso de las distintas formas de energía y el crecimiento y complejización de nuestras sociedades no fue tenido en cuenta hasta la primera crisis energética global del año 1973, cuando se interrumpió el flujo normal de petróleo desde los países productores a los países consumidores. En ese momento, surgió la necesidad de comprender la problemática energética en todas sus dimensiones. La crisis llamó la atención de los gobiernos, empresas, sector científico-tecnológico y la población en general respecto del desafío de garantizar los flujos de energía necesarios a precios razonables, al mismo tiempo que se implementaban políticas de uso racional de la energía y mejora de la eficiencia. Mientras que desde el sector académico tomaron fuerza las investigaciones sobre el rol de la energía en el proceso civilizatorio y en la evolución de las estructuras sociales, los países desarrollados e importadores de energía, comenzaron a definir las condiciones de la seguridad energética y definir estrategias en este sentido.

Desde una perspectiva histórica, lo que hoy llamamos nuestra civilización se construyó sobre tres pilares que dieron lugar a las sociedades modernas:

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Sociales. Cátedra Análisis Institucional. Buenos Aires, Argentina.

el sistema de producción fabril, el triunfo de las ideas de la Ilustración, que pusieron la razón como base del conocimiento, impulsando así el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y la máquina de vapor. Estos tres pilares asociados a la modernidad se constituyeron en elementos emancipatorios: forjaron sociedades abiertas, permitieron el florecimiento de la creatividad humana y liberaron para la producción todas las potencialidades energéticas de la naturaleza almacenadas en los combustibles fósiles. Así, la civilización industrial está sustentada en nuevas ideas y formas organizativas, pero también en la instauración de un nuevo régimen energético.

Por último, la máquina de vapor, primera máquina térmica, la cual se define por su capacidad de transformar la energía calórica en fuerza motriz, se constituyó en la base de nuestra civilización industrial al ampliar de manera extraordinaria la energía disponible por parte de la sociedad, independientemente de las condiciones climáticas y ambientales.

Si bien marcamos la importancia de la máquina térmica, como dispositivo tecnológico revolucionario, el análisis de la relación entre energía y sociedad debe analizarse de manera interdisciplinaria, ya que la energía en la sociedad tiene un carácter sistémico de dimensiones culturales, sociales, políticas, ambientales y económicas, además de las tecnológicas.

Este carácter sistémico se puede entender a partir de la distinción de cuatro eslabones que definen el sistema energético de una sociedad:

- Las fuentes naturales de energía.
- Los flujos de energía y potencia.
- Los dispositivos de conversión de energía.
- Una variedad de usos específicos de los flujos de energía disponible.

Las distintas fuentes de energía usadas por las sociedades humanas se pueden clasificar, según su origen, en renovables y no renovables, y según su método de producción, en primarias y secundarias.

La división entre energía primaria y secundaria se basa en la forma cómo es obtenida. Los combustibles primarios pueden ser obtenidos de la superficie (madera, residuos de la cosecha) o extraídos del subsuelo (todos los combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas natural). Su combustión provee calor (energía térmica) o luz (energía radiante o electromagnética) a partir de la energía química almacenada en este tipo de combustibles.

La única fuente de energía secundaria en las sociedades preindustriales fue el carbón vegetal, obtenido por pirólisis (descomposición térmica en ausencia de oxígeno) de madera. Este proceso elimina los componentes volátiles, con lo que el combustible es prácticamente carbón puro, con una

buena combustión que produce solo CO_2 y con una alta densidad energética de casi 30 MJ/kg. Este combustible fue la base para el desarrollo de la Edad de Hierro aproximadamente en el 1000 a.C., ya que permitió alcanzar los 1.200 °C necesarios para fundir este mineral. Durante el siglo XIX, el gas de coque fue una fuente secundaria de energía muy usada para la iluminación de las ciudades, el cual fue desplazado luego por la iluminación eléctrica.

Hoy, las fuentes de energía secundarias más comunes son los distintos combustibles (naftas, gasoil, fueloil, etcétera) obtenidos de la refinación del petróleo crudo y la electricidad, generada a partir de distintos sistemas de conversión, que transforman distintas fuentes primarias (gas, carbón, energía nuclear, hidráulica, eólica o solar) en electricidad. La generación y distribución de electricidad generó un cambio radical en el uso de la energía por parte del hombre, al poner a disposición una gran cantidad de potencia fácil de distribuir para distintos usos, que van desde la iluminación hasta el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación (telefonía, televisión, computadoras, celulares, Internet, etcétera), pasando por los distintos dispositivos que forman parte de nuestra vida cotidiana (aire acondicionado, lavarropas, heladeras, sistemas de audio, etcétera).

Así, nuestras sociedades actuales están estructuradas a partir de tres flujos energéticos que sostienen y caracterizan nuestro sistema productivo y a la vida en sociedad:

- Alimentos.
- Combustibles.
- Electricidad.

La distinción de los flujos es importante, ya que nos marca los límites de algunas transiciones energéticas que se proyectan como objetivos a alcanzar en referencia al consumo energético y conseguir la seguridad energética a partir del reemplazo de algunos combustibles fósiles. Así, queda claro que el uso de fuentes alternativas renovables (eólica, solar, mareomotriz, etcétera, además de la hidráulica tradicional) aportan solo al flujo eléctrico, por lo que el reemplazo de los combustibles fósiles solo será posible cuando cambie el sistema de transporte a escala global, ya que el 95% del transporte se mueve con derivados del petróleo, lo que hace que esta fuente de energía tenga un valor estratégico que trasciende su importancia económica. Sin petróleo se para el mundo y colapsan las naciones. Por eso, la cuestión de la seguridad energética fue asociada históricamente por los distintos países a garantizarse el suministro de petróleo. En este sentido el petróleo y su particular distribución inauguran lo que podríamos llamar la geopolítica de la energía.

Todas las sociedades preindustriales obtenían su energía de fuentes que eran transformaciones casi inmediatas de la radiación solar, ya sea a partir del viento, las corrientes de agua o el proceso de fotosíntesis que producía alimentos y leña, y que resultaban renovables en un relativamente corto período. La particularidad de estas fuentes de energía era que estaban distribuidas entre las distintas comunidades y no requerían de una organización especial para su obtención.

Cuando comienzan a utilizarse los combustibles fósiles se produce un cambio sistémico en la producción de energía y la organización social, ya que el reemplazo de la madera por carbón requirió resolver muchos problemas técnicos y organizativos relativos a la extracción, el transporte y los usos industriales propios de las economías de escala. Sin embargo, desde el punto de vista político, el carbón se encontraba en los países que lo utilizaban; por lo tanto, el pasaje de la leña al carbón como fuente energética no generó tensiones geopolíticas ni los problemas de intervenciones y luchas por el dominio de las reservas que luego surgirían con el petróleo.

Si bien la historia moderna del petróleo nace hace un poco más de 150 años, el 27 de agosto de 1859, con el descubrimiento del primer pozo productor en la ciudad de Titusville, Estados Unidos, su utilización masiva y su importancia recién comienzan a verse a principios del siglo XX, a partir del desarrollo del motor de combustión interna y el automóvil. En 1900, el carbón constituía el 95% de la energía primaria total y la utilización del petróleo como fuente de energía era casi nula. En realidad, el impulso para el inicio de la industria del petróleo estuvo dado por la búsqueda de un sustituto para el aceite de ballena como combustible para alimentar las lámparas de iluminación. Así, en pocos años, este producto revolucionó los métodos de iluminación en el mundo y generó millones de dólares a la economía de Estados Unidos, lo que sentó las bases para que este país se convirtiera en la gran potencia del siglo XX.

A diferencia del carbón, el petróleo no se encontraba en los países europeos centrales y Estados Unidos tenía casi el monopolio de la producción a fines del siglo XIX. Solo una pequeña producción rusa evitó que el monopolio fuera total. Esto hizo que Gran Bretaña, Holanda, Francia y Alemania desarrollaran estrategias geopolíticas para acceder a las regiones donde se encontraban las reservas, apoyando a sus empresas e interviniendo en asuntos de otros Estados. Esto generó el sistema de concesiones territoriales y que la industria petrolera tendiera a concentrarse en grandes empresas. Creó, además, una dinámica muy particular en la industria petrolera entre países productores/exportadores, países consumidores/importadores y grandes empresas petroleras.

Los países consumidores, que eran principalmente los países europeos, se garantizaban el recurso a partir de apoyar la incursión de sus empresas en territorios donde existían las reservas. Las empresas imponían sus reglas en los países productores y definían las características del mercado, acordando precios y mercados. Esta situación fue la que impulsó al general Mosconi a crear YPF en 1922 y asociar la defensa del petróleo a la soberanía nacional. Mosconi, consciente de la importancia estratégica del petróleo, se planteó lograr el autoabastecimiento de petróleo como uno de los objetivos fundamentales de la recién creada YPF.

Después de la primera crisis petrolera de 1973, se produce un cambio radical en el mercado petrolero a partir de las nacionalizaciones de las empresas de los países productores y el protagonismo que toma la OPEP como garante del abastecimiento petrolero mundial. En 1970, Estados Unidos había alcanzado su máxima producción de crudo y se había convertido en un país importador, con lo cual necesitaba garantizarse también el suministro al igual que los países europeos y Japón. Esto llevó a la creación de la Agencia Internacional de Energía, integrada por los países OCDE, como institución mundial que iba a velar por la seguridad energética de sus países miembros. Además, en Estados Unidos se crea el Departamento de Energía y se desarrollan programas para reemplazar el petróleo por fuentes alternativas de energía.

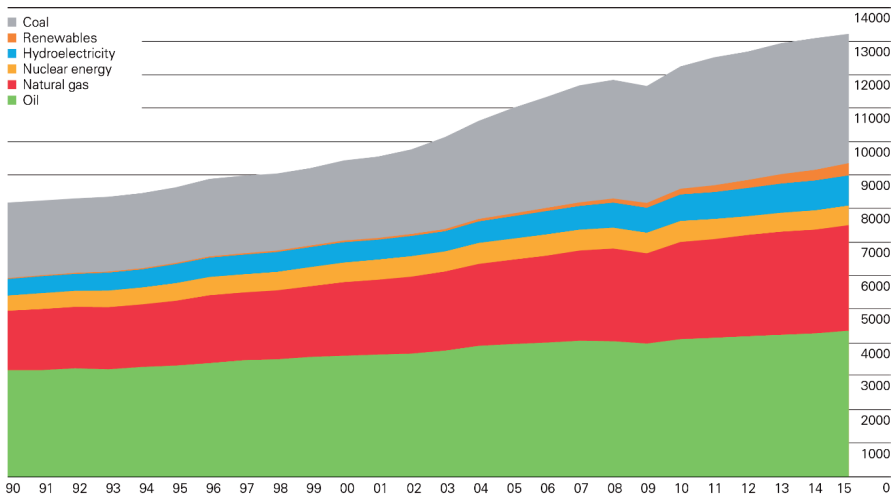
La Agencia Internacional de Energía define a la seguridad energética como la disponibilidad ininterrumpida de fuentes de energía a un precio asequible. En este sentido, establece el concepto de seguridad energética a largo plazo, donde se promueven las inversiones necesarias para el desarrollo de energías alternativas a los hidrocarburos, con el objetivo de garantizar la energía en consonancia con la evolución económica y las necesidades ambientales. Por otra parte, define criterios que deben cumplir los países miembros de seguridad energética a corto plazo. Estos criterios se centran en la capacidad del sistema de energía para reaccionar rápidamente a los cambios repentinos en el equilibrio entre oferta y demanda. Se establece que los países deben contar con reservas estratégicas de petróleo y se definen también estrategias militares para actuar en caso de ser necesario para garantizarse el recurso.

Más allá de la incorporación de distintas fuentes de energía, principalmente renovables, hoy el mundo sigue dependiendo mayoritariamente de los combustibles fósiles, por eso el concepto de seguridad energética está asociado fuertemente al de autoabastecimiento petrolero, y en menor medida, al autoabastecimiento de gas.

En el gráfico siguiente se puede ver la dependencia a nivel mundial de los combustibles fósiles, y que la introducción de las energías renovables

todavía tiene un lugar marginal, aunque creciendo de manera sostenida. El último informe mundial del Departamento de Energía de Estados Unidos, de 2016, en su análisis prospectivo, establece que la participación de los combustibles fósiles en la matriz energética primaria para 2040 bajará del 86% actual a un 78% y que el consumo de petróleo pasará de 95 millones de barriles diarios a 100 millones en 2020 y 121 millones en 2040. Es decir, el petróleo seguirá siendo un gran protagonista y la seguridad energética seguirá asociada a este recurso.

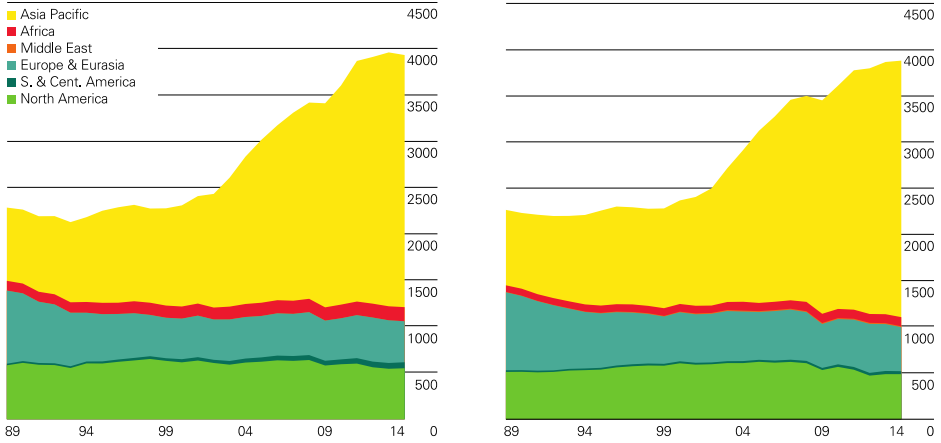
Gráfico 1. Evolución de las distintas fuentes de energía primaria (en millones de toneladas de petróleo equivalente)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2016.

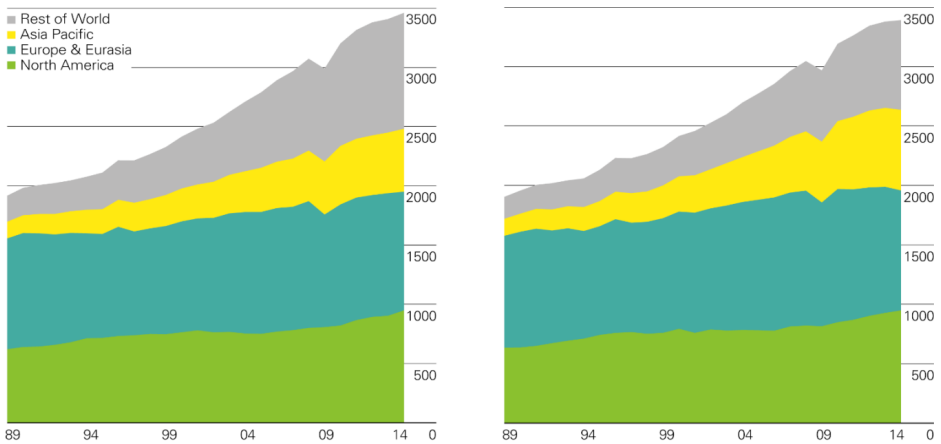
Otro elemento para tener en cuenta de por qué la seguridad energética se asocia a garantizarse el recurso petrolero podemos analizarlo a partir de los siguientes gráficos. Acá podemos observar cómo el carbón y el gas, si los analizamos por región, tienen un mismo patrón en relación con la producción y el consumo:

Gráfico 2. Producción/Consumo de Carbón por región (millones de toneladas equivalentes de petróleo)



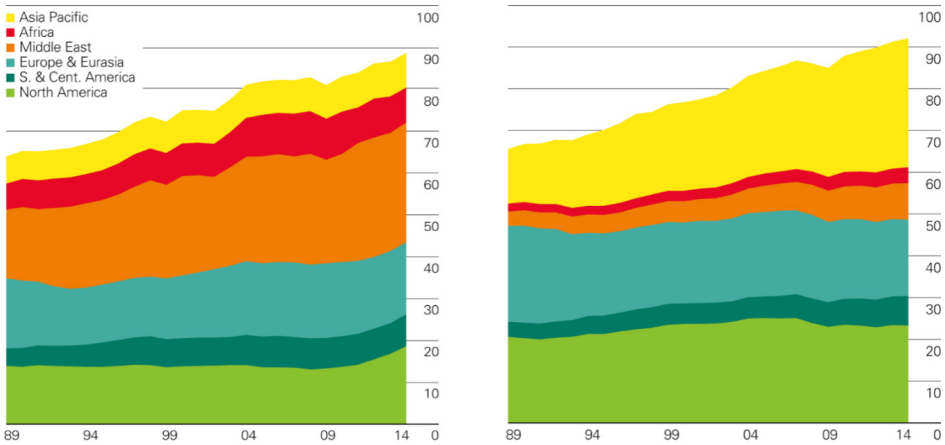
Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2016.

Gráfico 3. Producción/Consumo de Gas por región (mil millones de m³)



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2016.

En cambio, en el siguiente gráfico, el patrón producción/consumo por región para el petróleo es muy distinto y es lo que genera tensiones geopolíticas y estrategias de seguridad por parte de los distintos países consumidores.

Gráfico 4. Producción/Consumo de Petróleo (millones de barriles por día)

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2016.

En este contexto, donde los combustibles fósiles serán las fuentes de energía principales por varias décadas más y dónde el petróleo será siendo el gran protagonista, la seguridad energética para nuestro país requiere ampliar la frontera hidrocarbúrfica, ya sea desarrollando y extrayendo los recursos no convencionales que tenemos en abundancia, o comenzando la exploración en el Mar Argentino. La matriz energética primaria no se cambia por decreto, sino que se constituye a partir de las posibilidades de recursos, tecnología y condiciones económicas y ambientales. La seguridad energética de la Argentina, como lo planteó Mosconi en su plan estratégico para YPF, sigue dependiendo del autoabastecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Bronstein, Víctor (2010). "Petróleo, Civilización y Poder" en: Revista *Encrucijadas*, Buenos Aires, UBA.
- Campbell, C.J. (1998). *The Coming Oil Crisis*. Essex, Multi-Science Publ. Co.
- Centeno, Roberto (1982). *El petróleo y la crisis mundial*. Madrid, Alianza Universidad.
- Costanza, R. (ed.) (1991). *Ecological Economics*. New York, Columbia University Press.

- EIA (2014). *International Energy Outlook*.
- Engdahl, William (2004). *A Century of War*. London, Pluto Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Harvard University Press.
- Martínez-Alier, J. (1987). *Ecological Economics*. Basil Blackwell, Oxford.
- McKillop, A. y Newman, S. (2005). *The Final Energy Crisis*. London, Pluto Press.
- Meadows, Donella et al. (2005). *Limits to Growth*, Vermont, Chelsea Green Publ. Co.
- O'Connor, M. (1991). "Entropy, Structure and Organisational Change", en: *Ecological Economics*, 3: 95-122.
- Pfeiffer, D. A., *The End of the Oil Age*.
- Price, David, "Energy and Human Evolution" en *Energy Bulletin*.
- Smil, Vaclav (2010). *Energy, Myths and Realities*, AEI, Washington DC.
- (2008). *Energy in Nature and Society*, MIT Press, Cambridge, 2008.

LA NUEVA ERA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

FLORENCIA MASSET¹

La energía, en sus diversas formas, es lo que nos permite transformar las materias primas y los recursos naturales en bienes y servicios. Todo proceso productivo consume energía y genera residuos. La cuestión energética (sus fuentes, transformaciones y usos) es una de las principales problemáticas que interpela al mundo actual; pone en discusión los modelos de desarrollo, de producción y consumo, nuestro modo de vida entero; en definitiva, nuestra viabilidad como sociedad.

El cambio climático es otro de los fenómenos que desde hace algunas décadas plantea discusiones tanto científicas como políticas y nos desafía como sociedad a la hora de encontrar soluciones viables para cada región. Este fenómeno tiene repercusiones tanto económicas (por ejemplo en agricultura, afectando los ciclos climáticos), como sociales (es el caso de las personas afectadas por catástrofes naturales de origen climático), que resultan muy costosas para la población² y además evidencian desigualdades económicas preexistentes.

En 1992, a partir de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático y la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, la Argentina entra en la discusión mundial respecto al calentamiento global.

Existe un interés creciente en encontrar otras fuentes de energía que permitan sostener el nivel de consumo y el ritmo de producción actuales, combinando distintas fuentes de generación e incorporando energías más limpias y sustentables.

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudios en Economía y Gestión de la Energía (CEEGE). Centro de Estudios de Energía, Política y Sociedad (CEEPYS). Buenos Aires, Argentina.

2. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en la última década los desastres naturales causaron US\$ 35.000 M en pérdidas económicas a los países de América Latina y el Caribe (Cardona, 2005).

Pero existe también un factor explicativo adicional que incentiva la discusión de la transición a otras fuentes de energía: es la perspectiva de falta de petróleo, cuyas reservas se estima que alcanzarían para 50 años más. Aunque este horizonte se ha revisado continuamente hacia adelante a lo largo de los años (Consejo Mundial de Energía, 2015), lo que persiste es el concepto de necesaria finitud.³

ALGUNOS DESAFÍOS A LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

El problema principal para la adopción total de las energías renovables (ER) reside, por un lado, en las dificultades para reemplazar los hidrocarburos: existe una enorme capacidad de almacenamiento en una tonelada de petróleo y la energía contenida en los hidrocarburos no puede ser igualada por la contenida en, por ejemplo, una batería de litio. Por otro lado, hay una gran variabilidad en la generación y distribución a partir de ER: sin una tecnología de almacenamiento que permita una planificación en la generación y utilización de la energía generada a partir de fuentes limpias se dificulta el reemplazo absoluto.

Además de las complejidades físicas, existen barreras económicas a la transición hacia fuentes alternativas: los precios y los costos de la infraestructura. Cuanto más bajos se encuentran los precios del petróleo y el gas, más se dificulta su reemplazo por ER. Tampoco debemos olvidar el hecho de que la infraestructura debería estar especialmente preparada para la distribución de la energía que fuera generada a partir de fuentes renovables, esto quiere decir que los hogares y las unidades productivas debieran estar totalmente adaptadas para funcionamiento eléctrico.

Factores económicos, físicos, geopolíticos y climáticos afectan los precios de los hidrocarburos y estos, a su vez, influyen la viabilidad de los proyectos de ER. Con el crecimiento de China, por ejemplo, aumentó la demanda de petróleo y el precio se incrementó hasta alcanzar un pico histórico de 147 dólares el barril en el año 2008. Desde entonces, el precio ha disminuido como consecuencia del aumento en la oferta, dada la posibilidad de explotación de

3. Según la teoría del “peak-oil” original, la producción de petróleo en Estados Unidos alcanzó su pico en las primeras décadas de 1970. Esta teoría fue presentada por primera vez por el geólogo norteamericano M. King Hubbert y postula la existencia de un pico máximo de producción de combustibles fósiles que se alcanza cuando se consumen la mitad de las reservas. Luego, se han desarrollado diferentes análisis y modificaciones del modelo de Hubbert que planifican el pico de producción mundial para 2035; sin embargo, lo interesante de este acercamiento no es tanto el año exacto en el cual se producirá el pico, sino el concepto de que, a partir de ese pico, la producción mundial de hidrocarburos comenzará a declinar y, con ello, los precios inevitablemente comenzarán a aumentar.

recursos hidrocarburíferos con métodos no convencionales, principalmente en Estados Unidos.

En los últimos años el precio ha bajado, oscilando hoy entre 40 y 50 dólares el barril de WTI⁴ un precio mayor al histórico, pero aún bajo para incentivar las inversiones que nos lleven a un aumento en la generación a través de ER. Es por esto que, la mayoría de los países que persiguen activamente una política de diversificación de sus matrices energéticas, escogen el camino de la intervención en los mercados para brindar incentivos adicionales a la inversión en ER.

Si bien las energías renovables se erigen como una posible respuesta (parcial) a todas estas cuestiones, queda claro que al día de hoy no han podido constituirse como una solución concreta, aún a pesar de todas las acciones llevadas a cabo desde los Gobiernos.

LA MATRIZ ENERGÉTICA EN LA ARGENTINA

La matriz energética primaria⁵ es una representación cuantitativa de la totalidad de energía que utiliza un país e indica la incidencia relativa de cada una de sus fuentes primarias de procedencia: energía nuclear, hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica, o combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón. La matriz energética es útil para realizar análisis y comparaciones sobre los consumos energéticos de un país a lo largo del tiempo, y la producción energética de un país es una herramienta fundamental para la planificación energética.⁶

4. West Texas Intermediate (o WTI) es un tipo de petróleo que se extrae al sur de Estados Unidos y sirve como referencia para fijar el precio del crudo estadounidense. Otro precio de referencia es el "Brent", que es un petróleo que se extrae del Mar del Norte y fija la referencia para Europa.

5. Se denomina fuente de energía primaria a la energía que está disponible en la naturaleza, en distintas formas, y que puede ser utilizada por el hombre para realizar actividades, transformarla, almacenarla y transportarla. Algunas fuentes se pueden usar en forma directa, como el viento que impulsa una embarcación o después de un proceso de extracción y transformación como ocurre con el petróleo del cual se extrae el combustible que utilizan los automóviles. Las fuentes de energía primaria se distinguen por ser recursos naturales como el viento, las radiaciones del sol, el agua en movimiento, el carbón, el uranio, el gas natural y el petróleo, la leña, el bagazo y otros residuos vegetales.

Las fuentes de energía secundaria son, en cambio, resultantes de las transformaciones de las fuentes de energía primaria y no se encuentran presentes en la naturaleza como recursos, sino que son generadas a partir de estas. Entre las fuentes secundarias distinguimos la electricidad y los derivados del petróleo (nafta, gasoil, fueloil, etcétera). Nuestras sociedades actuales se caracterizan por un alto consumo de estos flujos de fuentes de energía secundaria, los cuales son producidos en centrales de generación eléctrica y en las refinerías de petróleo.

6. Consulta: <http://energiasdemipais.educ.ar/la-matriz-energetica-argentina-y-su-evolucion-en-las-ultimas-decadas/>

En nuestro país los recursos fósiles constituyen aproximadamente el 87% de la matriz energética primaria y, según el Balance Energético Nacional definitivo de 2014,⁷ las fuentes renovables representan apenas cerca de un 12%, explicado principalmente por energía hidroeléctrica (4,6%), que proviene fundamentalmente de grandes y medianas represas.⁸

La producción de energía a partir de fuentes eólica y solar, por otro lado, aporta un porcentaje muy menor en la matriz (representa menos del 1% de la capacidad instalada). El porcentaje restante se explica por biomasa y biocombustibles (7,01%).

POSIBILIDADES, PERSPECTIVAS Y COSTOS EN EL DESARROLLO DE RENOVABLES: LA LEY 26.190, EL PLAN GENREN Y LA LICITACIÓN DE RENOVAR

En este contexto, en el año 2007 se publicó en el Boletín Oficial de la República Argentina la Ley 26.190 de Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, que estableció además una meta del 8% de la demanda energética nacional a ser abastecida con ER. A partir de esta ley se lanzó el Programa de Generación Eléctrica a partir de Fuentes Renovables, GENREN, en 2009 y en el año 2016, el nuevo programa RenovAr. Ambos programas establecieron incentivos para la inversión en ER, como la amortización acelerada de los bienes de capital e infraestructura en el Impuesto a las Ganancias, la devolución anticipada del IVA, la exención del Impuesto a la Ganancias Mínima Presunta, también del Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural y de la Tasa de Infraestructura Hídrica; además, los proyectos de ER están exentos del pago de “derechos a la importación y de todo otro derecho, impuesto especial, gravamen correlativo o tasa de estadística, que fueren necesarios para la ejecución del proyecto de inversión”.⁹

Sin embargo, existieron diferencias importantes entre ambos que definirían un mayor éxito relativo del programa RenovAr.

7. Último Balance oficial publicado. Disponible en <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>.

8. Yacretá y Salto Grande ofrecen al país cerca del 30% del total de electricidad, mientras que la media mundial en 2015 fue de 22% (WWF, 2015).

9. Ley 27.191, artículo 14.

GENREN

Este programa consistía en la licitación de 1.000 MW de generación eléctrica a partir de fuentes renovables con contratos a 15 años y precio garantizado en dólares.

Ante la escasez de financiamiento que enfrentaron las empresas generadoras a la hora de presentar proyectos, se constituyó un fideicomiso administrado por el Banco Interamericano de Inversión y Comercio Exterior (BICE) con Letras del Tesoro por US\$800 M y un fondo compuesto por aportes de CAMMESA. El objetivo de estos instrumentos era proveer garantías adicionales a los proyectos adjudicados en el marco del Programa GENREN, ante el riesgo inminente de falta de demanda de parte de CAMMESA y consecuente incapacidad repago de las inversiones.

En la primera convocatoria se superó en más de un 40% la potencia licitada, recibiendo ofertas por 1.436,5 MW distribuidos en 51 proyectos. Fueron adjudicados 32 proyectos, que sumarían una potencia total de 895 MW al sistema.

Los precios por MWh generado de los proyectos adjudicados de energía eléctrica fueron de un mínimo de 121 dólares para energía eólica a un máximo de 598 dólares para solar fotovoltaica.

RENOVAR

Frente a la experiencia del GENREN, lo primero que se definió en esta oportunidad fue la creación de un Fondo Fiduciario Público para el Desarrollo de ER (FODER) por AR\$ 6.000 M, para el otorgamiento de préstamos y aportes de capital destinados a proyectos de ER (el fondo también es gestionado por el BICE). Además existe una segunda garantía compuesta por Letras del Tesoro Nacional por US\$3.000 M y, como última instancia, una garantía opcional del Banco Mundial. Todas estas garantías representan un enorme compromiso de parte del Estado.

Para conseguir el objetivo de bajar los precios de la potencia contratada se estiraron los contratos de abastecimiento previstos para la nueva licitación hasta un máximo de 30 años.

El plan RenovAr aspiraba a generar 1.000 MW, con una inversión estimada en US\$ 1.500 M. En la primera ronda de adjudicación de proyectos se recibieron 123 ofertas, siendo la mayor parte para energías solar y eólica. Se adjudicaron 17 proyectos, en su mayoría eólicos, por un total de 1.109 MW de potencia y que, según el pliego de difusión añadirían unos

970.000 MW/año a la red; lo que equivale, según el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, a un 2,9% del consumo eléctrico nacional actual.¹⁰

Lo que sí podemos decir es que los precios licitados son inferiores a los que se proponían en el esquema de incentivos por precio del plan GENREN y están en línea con lo esperado por el Gobierno.

Como el lector seguramente pudo concluir, las garantías ofrecidas por el RenovAr son mucho mayores a las disponibles en el GENREN y, desde que Argentina acordó el pago a los llamados “fondos buitres”, el costo del capital ha bajado (y también lo ha hecho el costo de la tecnología, desde que China se convirtió en el mayor productor mundial de paneles solares fotovoltaicos). Sin embargo, fondearse en el exterior aún continúa resultando costoso para las empresas nacionales comparado con otros países de la región: Genneia, una de las compañías adjudicatarias de proyectos de generación con ER, no tuvo éxito en la colocación de sus títulos en el mercado internacional y no logró conseguir tasas menores al 7% como pretendía.

CONCLUSIÓN

En síntesis, se ha logrado bajar un poco el costo para el inversor, pero eso solo a través de una enorme transferencia del riesgo del sector privado al público, eliminando la incertidumbre y el riesgo para los inversores.

Consideramos importante virar hacia una matriz energética que asegure tanto el autoabastecimiento como la seguridad energética; hacer un uso más eficiente de nuestros propios recursos, disminuyendo la dependencia de las importaciones y diversificando nuestra producción. Sin embargo, es importante evaluar hasta qué punto el Estado debe exponerse a ciertos riesgos en pos de un incremento de generación a través de energías renovables en un contexto de existencia de reservas de hidrocarburos convencionales y no convencionales y de otras necesidades sociales, también importantes y urgentes.

Por otro lado, la incorporación de la nueva potencia en el sistema generada a partir de fuentes renovables, difícilmente pueda sacar al país de la emergencia energética en vistas del porcentaje del total de la demanda eléctrica que las ER abastecerían (según el Ministerio de Energía, apenas un 2,9%, aún con esta incorporación).

10. Aunque, debemos acotar que si las previsiones acerca del consumo eléctrico que presentamos anteriormente se cumplen, aun considerando un escenario de BAU y un incremento interanual de 4,5% en la demanda, la nueva energía aportada proveería menos del 2,9% del consumo eléctrico.

Una pregunta interesante para problematizar la transición energética hacia ER podría ser la viabilidad de nuestro nivel consumo energético presente y nuestro modo de vida actual bajo un esquema de generación eléctrica mayormente a través de ER.

Algo interesante sería también fomentar la industria nacional otorgando subsidios a los proyectos que utilicen componentes nacionales en la construcción de las estructuras generadoras. De esta forma podría quizás conformarse un ecosistema más virtuoso que, no solo ayudara a diversificar la matriz energética, sino también la productiva. Esto no se contempló en ninguna de las iniciativas propuestas por el Estado.

Por el lado del consumo y la eficiencia, aún queda también mucho por hacer: creando cultura, educando y continuando con la iniciativa del etiquetado de los productos según escalas de eficiencia. El aumento de las tarifas de luz no ha logrado, como esperaba el Gobierno, reducir los consumos de forma significativa. Las tarifas de luz han aumentado en promedio un 800% en la Ciudad y la Provincia de Buenos Aires, mientras que la demanda se ha mostrado inelástica, resultado esperable si entendemos que a la energía como un servicio básico para la vida de las personas y la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardona, Omar D. (2005). "Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos: programa para América Latina y el Caribe; informe resumido". Washington DC, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Departamento de Desarrollo Sostenible.
- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)(2016). "Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina" (abril). Informes mensuales disponibles en: http://www.melectrico.com.ar/web/index.php?option=com_content&view=article&id=401&Itemid=97
- De Martino Jannuzzi, G.; O. de Buen Rodríguez *et al.* (2010). "Energías Renovables para Generación de Electricidad en América Latina: mercado, tecnologías y perspectivas". Internation Copper Association (2010).
- Demeritt, David (2001). "The Construction of Global Warming and the Politics of Science" en: *Anales de la Asociación de Geógrafos Americanos*, Vol. 91, No. 2, pp. 307-337 (Junio).
- EDUC.AR. "¿Qué es la matriz energética?". Disponible en: <http://energias-demipais.educ.ar/la-matriz-energetica-argentina-y-su-evolucion-en-las-ultimas-decadas/>

- Secretaría de Energía. "Energías Renovables 2008 - Energía Eólica". Disponible en http://www.inti.gob.ar/e-renova/erTO/pdf/libro_energia_eolica.pdf
- Energy Consulting Services (2013). "Datos sobre instalaciones de energía renovable y potencial de los recursos de energía en Argentina". *Observatorio de Energías Renovables en América Latina y el Caribe* (noviembre).
- Ministerio de Energía de la Nación. "Informe de Energía Renovables" (2012). Disponible en: http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/EnergiasRenovables.pdf
- Pendón, M. M.; Williams, E. A.; Crespi, G. *et al.* (2015). "Proyectos de energía renovable: su formulación y evaluación económica financiera y situación actual en Argentina". En III Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería.
- Plataforma Escenarios Energéticos Argentina 2035 (2015). "Resumen y conclusiones para un futuro energético sustentable". Buenos Aires, Argentina.
- World Energy Council (WEC): "Survey of Energy Resources" (2015). Disponible en https://www.worldenergy.org/wpcontent/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf

LA SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

LEILA DEVIA Y MICAELA BONAFINA¹

En 2016 entró en vigencia una nueva agenda de desarrollo sostenible, adoptando un conjunto de *objetivos globales* en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, buscando fortalecer la paz universal y su implementación, a través de alianzas eficaces.

Simplemente, la *agenda 2030* es un plan de acción consistente en 17 *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* y *metas asociadas* de carácter *integrado e indivisible*, que conjugan las tres dimensiones de la sustentabilidad: económica, social y ambiental.

Esta nueva agenda universal, si bien responde a un proceso que comenzó a gestarse hace varias décadas, empezó a delinearse en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (más conocida como Rio +20), donde se reconoció que la formulación de objetivos podría ser útil para la puesta en marcha de medidas concretas y coherentes sobre el desarrollo sostenible.

Allí se acordó expresamente que los “Objetivos de Desarrollo Sostenible deberían estar orientados a la acción, ser concisos y fáciles de comunicar, limitados en su número y ambiciosos, tener un carácter global y ser universalmente aplicables a todos los países, teniendo en cuenta las diferentes realidades, capacidad y niveles de desarrollo nacionales y respetando las políticas y prioridades nacionales”.

Asimismo, se estableció que el proceso para su elaboración, formulación y establecimiento debía ser *inclusivo y transparente*, abierto a todas las partes interesadas, basándose en los Objetivos de Desarrollo del Milenio –cuyo

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Derecho. Cátedra Régimen Jurídico, Recursos Naturales y Protección Ambiental. Buenos Aires, Argentina.

vencimiento operó en el año 2015– y conseguir así lo que estos no lograron, abordando los asuntos pendientes.

En síntesis, el documento final de Río + 20 encierra el compromiso de jefes de Estado y Gobierno, y representantes de alto nivel, con la plena participación de la sociedad civil, “en favor del desarrollo sostenible y de la promoción de un futuro sostenible desde el punto de vista económico, social y ambiental para nuestro planeta y para las generaciones presentes y futuras.”

Fue así que, en septiembre de 2015, y luego de varios años de trabajo conjunto, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en la sede de la ONU en Nueva York, los Estados miembro aprobaron la nueva Agenda Global de Desarrollo Sostenible conformada por 17 *objetivos* y 169 *metas conexas* que deberán ser cumplidos de aquí al 2030.

La Agenda tiene alcance mundial y es de *aplicación universal*, pues abarca tanto a los países desarrollados como a los países en desarrollo, aunque para su implementación deberán considerarse las diferentes realidades, capacidades y niveles de desarrollo de cada uno, respetando las prioridades nacionales.

Los 17 ODS y sus metas conexas, son de carácter integrado, indivisibles e *interdependientes*. Conforman un conjunto inseparable, donde el avance de uno tracciona y facilita el avance de los demás. Se inspiran en la Declaración Universal de Derechos Humanos, así como en otros instrumentos internacionales relativos a los derechos humanos y el derecho internacional.

Asimismo, constituyen el resultado de un proceso inclusivo y transparente sin precedentes, pues aglutina e insta a los gobiernos, sector privado, y sociedad civil, a fomentar y promover *alianzas eficaces*, reconociendo la importancia, los roles y capacidades de cada uno de ellos, en la implementación de la nueva agenda.

Como se mencionara en el comienzo, los esfuerzos se concentran en cinco esferas de trabajo: *Personas, Prosperidad, Planeta, Paz y Alianzas*. Estas líneas de acción engloban, entre otras cuestiones, el compromiso para erradicar el hambre y lograr la seguridad alimentaria; garantizar una vida sana y una educación de calidad; lograr la igualdad de género; asegurar el acceso al agua y la energía sustentable; promover el crecimiento económico sostenido; adoptar medidas urgentes contra el cambio climático; promover la paz; facilitar el acceso a la justicia y fortalecer una alianza mundial para el desarrollo sostenible.

En la diversidad de temas que se abordan en esta agenda global, el ODS 7 es el que busca garantizar el acceso universal a un suministro de energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.

Ahora, bien cabe preguntarse cómo se contribuye al logro de este objetivo, encontrándose fácilmente la respuesta en las *metas asociadas*: aumentando la

proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas; duplicando la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética; aumentando la cooperación internacional para facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles y promoviendo la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias; y mejorando la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo.

Pues bien, pensando ahora en su *implementación y bajada local*, debemos recordar que los ODS y sus metas asociadas expresan las aspiraciones a nivel mundial, y luego es cada gobierno el que fija sus propias metas nacionales, guiándose por la aspiración general, pero tomando en consideración las circunstancias propias de cada país. Cada gobierno decidirá también la forma de incorporar esas aspiraciones y metas mundiales en los procesos de planificación, las políticas y las estrategias nacionales.

En la Argentina, el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales es quien tiene a su cargo el proceso de adaptación nacional. Es un espacio articulador de planificación y coordinación de la política social nacional para mejorar la gestión de gobierno. Fue creado en el año 2002 con la finalidad de lograr una correcta y eficaz administración de los recursos del Estado destinados a la política social. El producto final del trabajo es el listado oficial de los ODS de la República Argentina, con sus metas adaptadas a las circunstancias nacionales y los indicadores de seguimiento con sus respectivas fichas técnicas de definiciones conceptuales y operacionales.

En lo que respecta al ODS 7 “Energía Asequible y no contaminante”, a partir de la sanción de la Ley N° 26.190 y su modificatoria Ley N° 27.191, se estableció el “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica”, iniciándose un proceso que apunta a lograr una contribución de las fuentes renovables de energía hasta alcanzar el veinte por ciento (20%) del consumo de energía eléctrica nacional, al 31 de diciembre de 2025.

Complementariamente, la búsqueda de la diversificación energética mediante fuentes limpias, se ha tornado una política de estado, en línea con los compromisos asumidos por la República Argentina con la adopción del “Acuerdo de París”, ratificado mediante la Ley N° 27.270.

Asimismo, y en enero de este año, mediante el Decreto N° 9/2017 se ha declarado el Año 2017 como el “AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES”, estableciéndose que “la documentación oficial de la ADMINISTRACIÓN PÚBLICA NACIONAL, centralizada y descentralizada, así como en los Entes autárquicos dependientes de esta, llevar la leyenda “2017-AÑO DE

LAS ENERGÍAS RENOVABLES". EL PODER EJECUTIVO NACIONAL auspiciará actividades, seminarios, conferencias y programas educativos que contribuyan a la difusión en el país de diferentes aspectos relativos al desarrollo y uso de las energías renovables".

En síntesis, la agenda para el 2030 es una *visión muy ambiciosa de las Naciones Unidas* para el desarrollo sostenible y por ello, para garantizar su éxito requiere de *medidas audaces y urgentes* por parte de la comunidad internacional, en cualquiera de sus roles: Gobierno, Sector Privado, Sociedad Civil, Comunidad Científica y Académica e individuos en su conjunto.

LA VACA MUERTA EN LA HABITACIÓN: DEBATES URGENTES Y NECESARIOS PARA LA TRANSICIÓN FUERA DE LOS HIDROCARBUROS NO CONVENCIONALES

DIEGO DI RISIO¹

El desarrollo de los hidrocarburos no convencionales en la Argentina no supera la década. Con la excepción de algunos proyectos de *shale* y *tight gas*, su alcance de poco más de un millar de pozos ha sido en gran medida exploratorio. Pero los primeros pasos están provocando un alto nivel de debate y conflicto. Por un lado, en torno a su potencial, donde la Cuenca Neuquina y su popular Vaca Muerta es, según la agencia norteamericana Energy Information Administration, el mayor potencial de *shale* por fuera de Norteamérica. Por otro, por las consecuencias negativas causadas en el presente y potenciales en el largo plazo, no siempre reconocidas y abordadas por los ámbitos públicos y privados. A la par de las prohibiciones a nivel internacional, en el país hay más de 50 municipios que se han declarado libres de *fracking*, mostrando que no hay un consenso cerrado en torno al tema.

En estos cinco años que hemos investigado e intervenido sobre el tema, destacamos que es un desafío extremadamente dinámico de gran alcance temático y geográfico. Si bien con tendencias de continuidad, una de las cuestiones centrales es la permanente reformulación adaptativa de factores en pos de la explotación. Al mismo tiempo, para abordar el debate de no convencionales creemos que no solo se debe enfocar en los medios utilizados, sino también en los fines perseguidos: cómo y para qué se plantea la explotación masiva de estos hidrocarburos. Porque, en definitiva, creemos que la vía elegida no permitirá lograr la soberanía energética y la justicia socioambiental, pilares fundamentales para alcanzar un marco de igualdad, democracia y sustentabilidad.

1. Observatorio Petrolero Sur y el Enlace por la Justicia Energética y Socioambiental. Buenos Aires, Argentina.

VACA MUERTA COMO MEGAPROYECTO

Lo primero a considerar es qué es *vox populi* Vaca Muerta ya que, además de sus implicancias, no está libre de debate su mismo alcance. Porque si en un sentido estricto se la entiende como una de las formaciones *shale* presentes en la Cuenca Neuquina, otras veces se la extiende al conjunto de formaciones no convencionales en la misma cuenca. Ahora, si algo comparten tales sentidos es su foco en lo extractivo que, a nuestro entender, es un abordaje limitado del proyecto. ¿Por qué? Porque por su escala, potencial y cambio de paradigma productivo el tipo de dinámica y magnitud con que estamos acostumbrados a analizar procesos similares se modifican. En definitiva, estos hechos convierten a la iniciativa de Vaca Muerta en un megaproyecto que tiene tres vías de expansión que nos parece importante destacar.

En primer lugar, a partir de la multiplicación de flamantes o preexistentes encadenamientos productivos. Una cadena de valor que, como toda la industria hidrocarburífera, va desde los pozos hasta los usuarios y consumidores, pasando por los ductos, refinerías, petroquímicas y los insumos específicos para cada etapa. Pero con el hecho distintivo de una escala muchísimo mayor que, aún en sus primeros pasos, impulsó, por ejemplo, una ampliación y surgimiento sideral de numerosas tratadoras de residuos petroleros en toda la cuenca.

En segundo lugar, un megaproyecto asentado sobre infraestructura actual y proyectada, como caminos, servicios, reformulación de ciudades, puesta a punto y expansión de puertos y líneas férreas, etcétera. Aquí, una vez más, destaca la magnitud del alcance frente a épocas anteriores, donde la reformulación urbanística de la localidad de Añelo planificada entre el Banco Interamericano de Desarrollo y la Fundación YPF es un claro ejemplo.

Por último, se destaca la arquitectura financiera y contractual específica por microproyecto, donde existen múltiples radicaciones societarias en diversos puntos del planeta, incluidos los paraísos fiscales y jurídicos.

En suma, en función de reducir costos, el resultado es de un complejo tejido multiagente (diversos gobiernos y empresas públicas y privadas con diversidad de roles, tamaño y orígenes), con 200 áreas de extracción totales que, al tener en cuenta los otros nodos, alcanzan seis provincias en forma directa. Por caso, se viene registrando una naciente actividad extractiva sobre arenas silíceas en Entre Ríos y Chubut por empresas locales y una subsidiaria de YPF, donde se busca reducir el costoso insumo de China, Brasil y Estados Unidos, al tiempo que se proyecta su transporte por ferrocarril hacia la Cuenca Neuquina.

DISCUTIENDO LOS MEDIOS

Registramos dos aristas que marcan graves “externalidades” en torno a cómo se vienen desarrollando los hidrocarburos no convencionales. Dos puntos que constituyen condiciones de posibilidad de la evolución misma, no siendo tan fácil “mitigarlos” para alcanzar el difícil desarrollo de gran escala, anhelado objetivo prioritario de la política energética de los últimos años.

En primer lugar, por un incremento de la autonomía y del beneficio empresarial, destacamos una reducción en materia de soberanía y control democrático del proceso. En este sentido, las reformas y beneficios introducidos han creado un marco específico para el desenvolvimiento de los no convencionales, antes no especificados en la regulación hidrocarburífera, y tuvieron como primer hito los decretos nacionales publicados un día antes de la firma del acuerdo entre YPF y Chevron. De esta manera, se han incrementado de forma exponencial las transferencias económicas al sector privado. Como publicamos en un reciente informe,² el Estado transfirió más US\$14 mil millones entre 2008 y mediados de 2016, un monto que representa más de dos veces el gasto del Ministerio de Ciencia y Tecnología y llegó a representar el 48% de los ingresos del sector. En la misma línea, se debe inscribir al denominado “tarifazo”, que reorientó el origen del “estímulo” del ámbito estatal a los hogares y consumidores finales. Por último, debemos tener en cuenta que el Estado invierte y proyecta potenciar su rol para financiar infraestructura específica, teniendo como fin reducir costos de los inversionistas.

Por otro lado, decimos también que hubo una reducción en materia de control democrático y soberano por lo problemático del acceso a la información y la creación de estructuras paralelas. En este plano, los largos años de duración de la demanda y el cumplimiento de sentencia para obtener el contrato entre YPF y Chevron, no solo mostraron la dificultad de acceder a ciertos documentos, sino también la formulación de subsidiarias *offshore* radicadas en paraísos fiscales. Misma práctica se registró en la firma del contrato entre Dow e YPF para la explotación del área El Orejano (Neuquén) como también cuando YPF compró los activos de la firma Apache en la Argentina y creó YSur.

En segundo lugar, son preocupantes las implicancias detectadas en el ámbito socioambiental, tanto en un plano local como global. Desde un punto de vista ambiental y sanitario, una de las principales causas es que la técnica de extracción, denominada fractura hidráulica, es de carácter experimental. Si

2.. “Informe Económico: Transferencias al sector hidrocarburífero en la Argentina”. Disponible en: www.ejes.org.ar/InformeTransferencias.pdf

bien se argumenta que la estimulación hidráulica se utiliza desde los años de 1950, el paquete que se consolidó específicamente para no convencionales no tiene más de una década de aplicación a escala masiva en los Estados Unidos. Con poco más de 500 estudios publicados y revisados por pares, los niveles de incertidumbre sobre las consecuencias de la técnica todavía son considerables. A pesar de ello, las tendencias generales muestran que la posibilidad de daño a la salud humana por el impacto ambiental registrado en agua, tierra y aire³ es alto y de muy difícil mitigación. Además, al tener en cuenta la infraestructura asociada, otras problemáticas están emergiendo, como la silicosis por la extracción y operación de arenas silíceas. En esta línea, los accidentes y roturas registrados en la corta historia de la Argentina tendrían que ser una señal de alerta. A la fecha, se han perdido pastillas radioactivas, prendido fuego pozos, pozos con venteos descontrolados, se han roto “piletas clandestinas” con residuos, entre otros accidentes. Por ejemplo, el agua que toma la comunidad mapuche Campo Maripe, y tomó por décadas, ha cambiado, y ahora tiene una visible capa de aceite. Uno de los primeros afectados en este sentido han sido los mismos trabajadores, donde al menos cinco han perdido la vida en los últimos años en diversos accidentes.

Finalmente, desde una mirada social, la irrupción de hombres que, si bien escasos, cuentan los mejores salarios del país está provocando un fuerte cimbronazo en los tejidos de las ciudades y pueblos de la Norpatagonia. Las problemáticas van desde el aumento sideral de los precios de las viviendas al incremento del narcotráfico como también del tráfico de mujeres. Otra externalidad sentida es la destrucción de trabajo, otro de los exponentes, especialmente en el sector agrícola del Valle del Río Negro.

DISCUTIENDO LOS FINES Y ALTERNATIVAS

La pregunta sobre el para qué explotar Vaca Muerta es un abordaje que no está en el centro del debate, si bien debería. Con una matriz de fuentes de energía primarias con casi 90% de base en los hidrocarburos y la pérdida de autoabastecimiento gasífero, la primera respuesta es entonces subsanar la situación. En segundo lugar, se marca como prioridad reproducir y perpetuar las matrices económicas de las regiones petroleras. En tercer lugar, construir un polo exportador a largo plazo. Creemos que los dos primeros puntos tendrían que ser contemplados dentro de un programa de transición, tanto

3. Para más información, consultar el compendio de hallazgos científicos y médicos en <http://concernedhealthny.org/compendium/>

energético como productivo. Con respecto al tercero, es extremadamente preocupante que se vislumbre tal fin, tanto por nuestra historia reciente, la degradación a nivel local como también la crisis climática en ciernes.

Decimos transición porque propugnamos a largo plazo no solo reorientar la oferta, reduciendo significativamente el peso de los hidrocarburos en pos de otras fuentes renovables y sustentables, sino también trabajar sobre la demanda de energía. Con respecto al primer punto, impulsar en mayor medida mecanismos de cogeneración como también una industria nacional de renovables es clave. Con el segundo, creemos que debería no naturalizarse la demanda actual, marcada fuertemente por la desigualdad y la inaccesibilidad para muchos sectores de la población. En este sentido, creemos necesario, con información fehaciente, abrir espacios de planificación democrática y participativa a la ciudadanía, donde se explicita quién consume y a costa de qué consume. Bajo un mismo espíritu, impulsar la transición y diversificación productiva de las regiones petroleras es prioritario.

Con estos horizontes, trabajamos a corto plazo para proteger los territorios de la explotación de los no convencionales, especialmente –por las dinámicas que se han registrado– en territorios indígenas y zonas de alta densidad urbana, productiva no petrolera, de biodiversidad y de riesgo de contaminación hídrica. Al mismo tiempo, creemos necesario una auditoría integral pública y ciudadana sobre las transferencias económicas que han recibido las empresas petroleras. Tal mecanismo ayudaría a dar mayores elementos, como también financiamiento, hacia el cambio estratégico de los fines antes mencionados y la reparación integral de los territorios afectados.

En definitiva, no decimos que no se extraiga más petróleo y gas, sino poner en el centro de la política pública un drástico achicamiento del sector y su alcance, aportando en la construcción de una civilización pospetrolera. En definitiva, plasmar en un plan de acción pasos concretos e interdisciplinarios que tomen a la energía como un derecho en un marco de sustentabilidad y justicia intergeneracional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Transición de crisis sistémica.

Soberanía energética:

- Energía como derecho individual y colectivo.
- Planificación democrática debidamente informada.
- Control y propiedad estatal.
- Uso y apropiación equitativo, universal e intergeneracional.

Justicia socioambiental

- Sustentabilidad ecológica
- Costos ambientales reducidos en marco de equidad
- Reparación
- Áreas de exclusión
- Transición económica y productiva

El sector hidrocarburífero es un sector clave para cualquier economía. Su importancia reside en que se trata de una actividad cuyos efectos se expanden, por distintos canales, hacia muchísimas esferas de la vida de los habitantes de un país. En primer lugar, la extracción y el uso de los hidrocarburos conllevan un impacto ambiental enorme. En segundo lugar, la política tarifaria del sector define el acceso de los ciudadanos a la energía en sus hogares. Por otra parte, los efectos de la política energética se replican sobre todo en los sectores sensibles a este tipo de bienes, en particular la industria y el transporte. Por último, en un país con las características de la Argentina, en tanto consumidor y generador de divisas, este sector juega un papel importante. En todo el período analizado el eje de la política energética estuvo puesto del lado de la producción al estimular a las empresas para que incrementen sus niveles de extracción y exploración, dejando de lado dos aspectos esenciales de este sector estratégico:

- El impacto socioambiental de la producción generado por una intensificación de la actividad extractiva, concentrada especialmente en los no convencionales.
- La continuidad de un esquema de consumo energético ineficiente desde el punto de vista económico y ambiental.

La importancia de este sector determina la necesidad de establecer políticas profundas de largo plazo que contemplen al menos los siguientes aspectos:

- Recuperar la capacidad de conducción del sector por medio de una fortalecida empresa estatal con participación ciudadana en las decisiones.
- Desconcentrar el segmento privado del mercado.
- Proteger el medio ambiente y fomentar la diversidad productiva de las zonas de extracción de hidrocarburos.
- Fomentar la diversificación de la oferta primaria de energía.

- Bajo la premisa de que la energía es un derecho, garantizar el acceso de toda la sociedad a los recursos energéticos.
- Estimular un uso racional y eficiente de la energía, primordialmente en el transporte y en la industria.

LA ENERGÍA RENOVABLE, MÁS QUE UN NEGOCIO ES UN REQUERIMIENTO SOCIAL

ROBERTO PONS¹

Mientras el innovador se pregunta “a quién favorecerá” su descubrimiento, el inversor se pregunta “con qué intereses lidiaremos” al aplicar la innovación.

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y SUS REGLAS DE FUNCIONAMIENTO

En 1978 se lanzó en la Argentina el Plan Alconafta; en 1981, comenzó la venta masiva y en 1987 estaban adheridas 12 provincias. Luego el precio del azúcar se recuperó, el Estado redujo el costo fiscal no actualizando los precios subsidiados, se perdió la rentabilidad y el plan declinó hasta desaparecer. En Brasil, en 1975, se inició PROALCOOL con el mismo escenario –crisis de precios del petróleo y azúcar– pero mantuvo el plan hasta nuestros días.

¿En qué se diferencian una y otra experiencia?: En la Argentina, el Plan fue una política anticíclica, pero en Brasil PROALCOOL fue una estrategia de cambio de la matriz energética y de sustitución de importaciones.

¿A QUIÉNES FAVORECE EL CAMBIO DE LA MATRIZ ENERGÉTICA?

Con la óptica privada de mercado energético, la respuesta es a qué precio entra la energía renovable para competir/complementarse en la sustitución de energía para transporte o para producir electricidad. Si incorporamos la

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Estudios de Economía y Gestión de la Energía (CEEGE). Centro de Estudios de Actividad Reguladora de Energía (CEARE). Buenos Aires, Argentina.

modificación de la matriz energética para disminuir el déficit y perseguir la eficiencia del uso energético, contribuyendo a la protección medio ambiental, la óptica es la evaluación social de los proyectos de energía renovable contemplando la contribución pública a esos efectos.

La disposición territorial preexistente de la red eléctrica o la falta de contratos que garanticen la demanda, por un lado, o el parque automotor y la extensión de la distribución de combustible para el transporte pueden implicar barreras de entrada a las nuevas energías. Mientras que, la volatilidad de los precios de los combustibles alternativos y el alto costo de financiamiento determinan una fuerte incertidumbre para el inversor.

ALCANCES Y LIMITACIONES DEL CÁLCULO ECONÓMICO DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La historia económica oscila entre el pesimismo maltusiano o las proyecciones catastróficas del Club de Roma y el optimismo de las crisis que se postergan o de las predicciones que no se cumplen a partir de la innovación que podría todo.

Desde la Reunión de Río de Janeiro en 1992 y el Tratado de Kyoto en 1997 se intenta vincular el cambio climático y la globalización de sus efectos económicos. La atmósfera es mundial y el clima no tiene fronteras políticas, por lo tanto sus efectos superan los territorios nacionales.

La actividad del ser humano contamina el ambiente. Esto está fuera de discusión, lo que se plantea es cómo cesan los daños evitables y cómo se disminuyen/compensan los inevitables, y quién incurre en el costo de evitar/compensarlos.

En el 2006, Sir Nicholas Stern, economista del BM, en su informe sobre las consecuencias económicas del cambio climático, concluye que: "La evidencia recopilada llega a la sencilla conclusión: los beneficios de acciones enérgicas y tempranas superan con creces los costes económicos de la inacción", y afirma que "el cambio climático constituye el mayor fracaso del mercado jamás visto en el mundo", y que las acciones correctivas debieran "basarse en una visión compartida de los objetivos y en acuerdos sobre marcos que aceleren las acciones a lo largo de la próxima década".

Se podrían discutir las cuantificaciones de los diferentes modelos econométricos, pero lo que ya ha quedado fuera de discusión es la existencia de efectos económicos perjudiciales originados porque el mercado no los pudo corregir.

Tampoco es muy conducente la discusión sobre si el cambio climático es antropocéntrico o solo otro ciclo de la vida de la tierra. Ya está y deja dos

enseñanzas: las emisiones de CO₂ no tienen fronteras y deben ser controladas para evitar el colapso ambiental; y, la estrategia a favor del medio ambiente debe contemplar las energías renovables y debe concebirse en un plano global no necesariamente local.

EL CENIT DEL PETRÓLEO: ¿ES INMEDIATO Y URGENTE SU TOTAL SUSTITUCIÓN?

Entre el Apocalipsis de Olduvai/Hawkings y los optimistas de la perfecta sustitución con renovables (¿Incluyendo hidrógeno?) se plantea el “cambio tecnológico” superador.

La polémica está abierta, pero igualmente surgen dos conceptos claves: Básicamente las energías renovables implicarán un mayor uso del vector electricidad (salvo biocombustibles) y se deben conseguir sustitutos naturales que reemplacen el uso industrial del petróleo; y, deberán resolverse nuevos sistemas de transporte y de otras actividades basadas tecnológicamente en la conversión de combustibles líquidos y gaseosos en energía utilizable directamente por el usuario final.

Por lo tanto, no es suficiente con resolver tecnologías que abaraten costos y mejoren la eficiencia energética de las energías alternativas, también deben modificarse patrones productivos y sociales en el mundo para lograr el reemplazo total, o al menos de forma significativa, de los combustibles líquidos.

EL *INTERMEZZO* SEGURIDAD ENERGÉTICA / VOLATILIDAD PRECIO PETRÓLEO

De los 30 a los 130 dólares el barril, se ha comprobado que el precio del petróleo puede ser bastante volátil y que según dónde ese valor quede fijado en el tiempo, las oportunidades de explotación de hidrocarburos no convencionales o los proyectos de energías alternativas renovables quedan por arriba o por debajo de la línea de rentabilidad.

Y esos escenarios no solo dependen de los vaivenes del mercado sino también de la geoestrategia de los países exportadores e importadores netos y de los que logran su autoabastecimiento con los no convencionales. ¿Qué predominará: el deseo de poner un techo al crecimiento de las energías alternativas o la necesidad de ingresos por exportación de los países productores?

La puja está planteada en el mundo: Aunque en el corto plazo hay un final abierto, podríamos considerar dos conceptos claves: por un lado, las decisiones de provisión de las fuentes energéticas en el corto plazo están influidas

por los precios y los equilibrios/desequilibrios macroeconómicos que genera (inflación, balanza de pagos, crecimiento y empleo) más la reorientación del financiamiento global de inversiones a riesgo; y por otro, las decisiones microeconómicas exclusivamente privadas basadas en el costo beneficio son sensibles a esas oscilaciones en un contexto no protegido de sus inversiones.

LAS DECISIONES ECONÓMICAS EN UN MUNDO CON FUERTE SUBSIDIARIZACIÓN EN LA ENERGÍA

Todo el mundo subsidia la energía. Según un reciente estudio del FMI, se estiman en US\$ 5,3 billones de dólares en 2015, o un 6,5 por ciento del PBI mundial y que las subvenciones sigan siendo altas, a pesar de las fuertes caídas en los precios internacionales de la energía. Estudios similares nos informan que, si bien en menor cuantía, existen subvenciones para el desarrollo de energías renovables.

No es posible el cálculo económico basado en las señales del mercado en un mundo con subsidios directos, indirectos y cruzados, a la oferta, a la demanda o a la innovación, con o sin estimaciones de las externalidades que se producen en la cadena de extracción-conversión-transporte-distribución y uso de la energía y con decisiones económicas basadas en la seguridad y el autoabastecimiento energético.

UNA SOCIEDAD NO BASADA EN LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Algunos foros sostienen que las energías renovables nunca podrán proporcionar más que una fracción pequeña de la energía consumida por una economía industrial moderna. Esta concepción de “colapsismo intuitivo” afirma que cuando las energías fósiles empiecen a declinar, las renovables lo harán también y que la Tasa de Retorno Energético de las renovables es demasiado pequeña para que sean utilizables de forma generalizada y que el problema de la intermitencia es irresoluble. Ante el “inevitable” colapso económico y social, la única solución es el decrecimiento económico.

Otros foros sostienen, los “tecno-optimistas”, la perfecta sustitución de las fuentes naturales renovables (principalmente sol y viento), a pesar de que para ello la sociedad tendrá que someterse a profundos cambios con el fin de adaptarse a la nueva infraestructura energética. En el desierto cerca de Abu Dhabi está en construcción desde 2007 la ciudad de Masdar, planeada como una urbe completamente sostenible sin el uso, al menos directo, del petróleo

como fuente de energía, combinando fuentes de energía primarias renovables –básicamente solar, eólica y geotérmica – con una política urbanística de uso eficiente de recursos, incluyendo una reutilización de los residuos reciclables. Todo ello, con diseño y especificaciones de construcción tradicionales árabes.

¿Tiene algún sentido la discusión a todo o nada? ¿Por qué las energías renovables no pueden hasta hoy ser solo buenos complementos hasta que la realidad la indiquen como la única alternativa?

UNA POLÍTICA PÚBLICA DE DESARROLLO ES EL CAMINO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Como expresara Georges Clemenceau (1841-1929), “la guerra es un asunto demasiado importante para ser dejada a los generales” y parafraseándolo se podría decir que la “modificación de la matriz energética basada en las energías renovables es demasiado importante para dejársela al cálculo económico basado en el mercado”.

Según Peter Drucker, “la planificación a largo plazo no es pensar en decisiones futuras, sino en el futuro de las decisiones presentes”.

La globalización económica ha puesto en la agenda de los países tres grandes problemas para que la humanidad los resuelva para tener futuro: el tema de la seguridad alimenticia y la implicancia de las tierras fértiles y el agua potable; el tema de la seguridad energética y los impactos sobre el medio ambiente y la agotabilidad de los recursos naturales; y la crisis financiera y la pérdida de la confianza en el concepto del dinero internacional.

Las tres situaciones interactúan permanentemente y la asignación eficiente de los recursos reales con su correspondiente aplicación de recursos crea un “gap” difícil de resolver, porque la seguridad energética y alimenticia es un planteo de largo plazo mientras que el sistema financiero internacional es fuertemente cortoplacista y con recurrentes crisis.

Por ello la política de largo plazo de una mayor participación de las energías renovables para el mundo del siglo XXI debe ser integral, no solo con señales necesarias del mercado, sino con políticas de desarrollo de mediano y largo plazo que garanticen que la modificación de la matriz energética sea una trayectoria medianamente creíble, con incentivos consistentes a través de su evolución más allá de los vaivenes de los precios relativos de la economía y que representen una solución sostenible en el sentido más amplio que la ha dado la literatura internacional sobre el desarrollo humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Coady, D.; Parry, Ian and Baoping Shang (2007). *Stern Review: La economía del cambio climático*. Foreign Commonwealth Office.
- David (2005). *IMF Working Paper- How large are global subsidies?* Mayo de 2015. International Monetary Fund. WP/15/105.
- Experiencia y perspectivas en América Latina sobre alcohol carburante (1984)*. GEPLACEA-OLADE-IICA.
- Pons, R. D. (2007). "Efectos económicos de la contaminación" en: *Revista Encrucijadas* N° 41. Buenos Aires, UBA.
- Stern, D. I. (2003). "Energy and Economic Growth". April 2003, Department of Economics, Sage 3208, Rensselaer Polytechnic Institute.

USO DE RECURSOS ENERGÉTICOS: LA RESPONSABILIDAD QUE LE CABE A LA ARQUITECTURA

DANIEL KOZAK¹

Es un dato conocido que, en la Argentina, aproximadamente una tercera parte de los recursos energéticos se usa en edificios (de Schiller y Evans, 2010: 96, Tanides *et al.*, 2013: 11); de la cual tres cuartas partes son residenciales y el resto comerciales y públicos.² En la contabilización de esta demanda energética –principalmente gas y electricidad– se incluyen, por ejemplo, la cocción de alimentos, el uso de electrodomésticos y, en general, todo aquello que se conecte a las redes de electricidad y gas natural. Es cierto que el uso energético implicado en estas actividades poco, o nada, tiene que ver con el diseño de un edificio y la elección de sus materiales. Pero ello representa comúnmente un porcentaje muy menor de la demanda energética en edificios. El mayor uso está relacionado en primer lugar con la climatización (calefacción y aire acondicionado) y muy por detrás con la iluminación artificial. Y estos dos ítems sí atañen directamente a la arquitectura. Es por ello que al campo arquitectónico local, incluyendo a la práctica profesional, junto a la enseñanza, investigación y divulgación de la arquitectura en nuestro medio –y no exclusivamente a los arquitectos involucrados en la construcción de edificios–, le cabe una responsabilidad significativa en la demanda energética del país, y su correspondiente costo ambiental y socioeconómico.

Por supuesto, los arquitectos no son los únicos responsables en el uso energético de los edificios, ni en el involucrado en su construcción. En

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Buenos Aires, Argentina.

2. Según el *Balance Energético Nacional 2010*, el consumo total de energía por sector en la Argentina se divide en: 25% Sector Residencial; 8% Comercial y Público; 24% Industrial; 7% Agropecuario; y 30% Transporte. El restante 6% corresponde a consumos “no energéticos”, es decir, “consumidores que emplean fuentes energéticas como materia prima para la fabricación de bienes no energéticos” (Tanides *et al.*, 2013: 11).

mayor o menor medida, la responsabilidad es compartida con muchos otros actores, incluyendo usuarios, clientes e inversores, contratistas y empresas constructoras, fabricantes y empresas de comercialización de materiales e insumos para la construcción, legisladores y demás funcionarios públicos con capacidad de establecer y alterar las reglas del juego –no solo a través del control sobre las normativas,³ sino fundamentalmente mediante la fijación de la política energética. No obstante –y muy especialmente en el caso de quienes participan en la formación de grado en arquitectura–, es imprescindible examinar esta cuestión por un momento hacia adentro de nuestro campo, sin otras consideraciones. Reflexionar sobre aquello que está a nuestro alcance para contribuir a un uso más eficiente y racional de nuestros recursos. Por ejemplo, indagar específicamente sobre la valoración del comportamiento energético de los edificios que se proyectan, construyen, enseñan, premian y difunden en nuestra cultura arquitectónica –y consecuentemente la respuesta que se ofrece–. Más allá de las declamaciones en memorias descriptivas y los recursos tecnológicos ex post: cuál es su lugar en el discurso y en la práctica arquitectónica local.

En Buenos Aires, y en muchas otras regiones del país, una gran superficie vidriada francamente orientada al oeste, sin ningún dispositivo de protección solar u operación de diseño destinada a evitar el sobrecalentamiento, es un ejemplo de *mala praxis*. Sin embargo, en la actualidad no es inusual encontrar obras de arquitectura que obtienen reconocimiento en nuestro medio y decididamente ignoran este hecho. El diseño de la envolvente edilicia, en cuanto a proporciones de llenos y vacíos, materialidad, espesores y adecuación a las orientaciones, es en la mayoría de los casos el factor de mayor incidencia en el comportamiento térmico –y energético– de un edificio. La envolvente es un gran tema de la arquitectura, que atraviesa muchas de las fijaciones de la disciplina, y concentra una buena parte de la dedicación de los proyectistas en la definición de sus obras. Pero no necesariamente desde el punto de vista de su capacidad térmica y desempeño energético. Más aún, en el ejemplo más típicamente urbano de nuestro medio, el edificio entre medianeras, es bastante seguro aventurar que en la gran mayoría de los casos, los muros medianeros no reciben ni un mínimo de atención proyectual y no son considerados parte de la envolvente diseñada, es decir, pensada. Qué hacer con las medianeras –no solo en cuanto a su comportamiento térmico, aunque aquí nos concentremos en este tema– en ciudades como Buenos Aires, donde estas constituyen una proporción significativamente alta de los muros expuestos

3. Para un análisis sobre normativas vinculadas a cuestiones energéticas y ambientales en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, véase Kozak y Romanello (2012).

al exterior, es un problema fundamental. Las medianeras de Buenos Aires, en su gran mayoría, están conformadas por muros de mampostería simple, hueca o maciza, de menos de 15 centímetros de espesor y tienen un coeficiente de transmitancia térmica elevado. En otras palabras, dejan pasar muy rápidamente el calor de los espacios interiores al exterior en invierno y dejan que penetre el calor exterior en verano sin ofrecer demasiada resistencia. Agregando solo cuatro o cinco centímetros de aislación térmica, como lana de vidrio, poliestireno expandido o celulosa proyectada, podría reducirse la transmitancia del muro a menos de la tercera parte: los muros se volverían aproximadamente tres veces más resistentes al paso del calor.

Podríamos enumerar muchos otros factores clave en el uso energético del stock edilicio en esta latitud y clima, e intrínsecamente arquitectónicos, como la conformación de cubiertas y terrazas o la disposición y diseño de aberturas cenitales. También podríamos citar una gran cantidad de recursos localmente a disposición, como parasoles, aleros, postigos y cortinas con aislación térmica, carpinterías con doble vidriado hermético, muros dobles aislados, fachadas ventiladas, ventilación cruzada y estructural, y el uso estratégico de materiales con gran inercia térmica (Evans y de Schiller, 1988). Todos ellos no son un secreto, ni son infrecuentes, pero, salvo notables excepciones –como históricamente ha sido el caso de Wladimiro Acosta⁴–, todavía no son parte del núcleo duro del discurso arquitectónico local predominante y, quizás consecuentemente, no son masivamente utilizados en nuestras ciudades. Son mayoritariamente ignorados, o en circunstancias un poco más favorables, se espera de ellos que sean incorporados por especialistas una vez que el edificio ha sido proyectado, e inclusive construido. La compartimentalización de la disciplina incide negativamente en este sentido. Solo si se produjera un corrimiento del lugar de especialización actual, la cuestión del comportamiento energético de los edificios podría suscitar un mayor interés en la cultura arquitectónica local. En este sentido, seguramente el ámbito más favorable para promover esta integración es precisamente el de la carrera de grado de arquitectura.

4. Wladimiro Acosta (1900-1967) fue un arquitecto argentino, nacido en Odesa, con una destacada actuación profesional y académica a mediados del siglo XX. Sus estudios sobre la adecuación de la arquitectura al clima, plasmados en su Sistema Helios, fueron un aporte fundamental a la cultura arquitectónica de su tiempo. Véase Acosta (1947 y 1976).

BIBLOGRAFÍA

- Acosta, W. (1947). *Vivienda y Ciudad. Problemas de arquitectura contemporánea*. Buenos Aires, Ediciones Anaconda.
- (1976). *Vivienda y clima*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
- de Schiller, S. y J.M. Evans (2010). “Desarrollo y sustentabilidad del hábitat construido” en *SUMMA+*. Vol. 108, pp. 96-100.
- Evans, J.M. y de Schiller, S. (1988). *Diseño bioambiental y arquitectura solar*. Buenos Aires, FADU-UBA.
- Kozak, D. y L. Romanello (2012). *Sustentabilidad II: Criterios y normativas para la promoción de sustentabilidad urbana en la CABA*. Buenos Aires, Ediciones CPAU.
- Tanides et al. (2013) “Escenarios energéticos para la Argentina (2013-2030) con políticas de eficiencia”. Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre. Disponible en: http://awsassets.wwf.panda.org/downloads/escenarios_energeticos_para_la_argentina_2013_2030_con_politicas_de_eficiencia.pdf

Y POR CASA... ¿CÓMO ANDAMOS?

JOHN MARTIN EVANS¹

Todos queremos ser más sustentables, usar energía más eficientemente y reducir los impactos ambientales y, sin embargo, no resulta todavía evidente la manera de lograr este objetivo. De ahí que el trabajo plantea algunas preguntas básicas: ¿es mejor utilizar lámparas de muy bajo consumo o instalar paneles fotovoltaicos en el techo?, ¿es una inversión relevante comprar heladeras con Etiqueta A de eficiencia energética, o es mejor cambiar nuestro comportamiento apagando las luces innecesarias? o cambiando el termostato del equipo Split a 24 °C, ¿hace una diferencia significativa?

El objetivo de este trabajo es promover la búsqueda de sustentabilidad con eficiencia energética e identificar medidas a implementar para contribuir efectivamente al desarrollo sustentable, enfatizando el uso de energía en la vida diaria y la vivienda. Es importante reconocer el fuerte impacto de los antecedentes de la política energética durante las últimas cuatro décadas, durante las cuales la Argentina disfrutó de una fuente de energía aparentemente abundante, de bajo costo y relativamente bajo impacto ambiental: el gas natural. Hoy, esta fuente proporciona más de la mitad de la energía utilizada en el país.

Con los descubrimientos de yacimientos en Loma de la Lata y su explotación desde 1978, sumado a otros yacimientos, la Argentina contaba con casi 50 años de reservas de gas. En décadas posteriores, los años de reservas fueron bajando en forma continua, mientras aumentaba la demanda. Sería deseable suponer que la disponibilidad de un recurso valioso, abundante y de bajo costo debería haber proporcionado una ventaja comparativa a la

1. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE). Buenos Aires, Argentina.

Argentina alentando su industria, aporte a la sustentabilidad, con un recurso que contribuye directamente al desarrollo económico, social y ambiental del país. Sin embargo, una evaluación de la situación actual indica que la disponibilidad del recurso no solo es insuficiente para el autoabastecimiento, sino que no contribuyó a avanzar sobre la pobreza, clave fundamental del desarrollo sustentable.

La Argentina se destaca por la alta proporción de gas en su matriz energética, 52% de la energía primaria disponible en el país, importando 12% de ese total. A su vez, 52% del gas distribuido por redes corresponde a edificios, con muy alta proporción del sector vivienda. Ello muestra que, en forma directa o indirecta, el sector residencial requiere más del 50% de los recursos de gas.

Los importantes subsidios a la energía de las últimas décadas no fueron sustentables económicamente, dado que los ingresos de los distribuidores de gas y electricidad no cubrían los costos de extracción, procesamiento y distribución. A su vez, la desigualdad de los subsidios, con mayores beneficios para sectores medios y altos, no contribuyó a la sustentabilidad social, siempre ligada a la económica y ambiental, y los incentivos económicos incrementaron la demanda de energía con sus correspondientes impactos ambientales afectando la sustentabilidad ecológica. Vale destacar que el sector que más aumentó su demanda de energía fue el sector con mayores subsidios: el residencial, mientras que el sector con menores subsidios, el industrial, mantuvo un crecimiento más limitado, tanto en su demanda de energía como en su contribución económica al desarrollo del país.

Un análisis del último Balance Energético Nacional, BEN 2015, indica que actualmente el 36% de la energía se usa en edificios:² 28 % en el sector residencial y 8% en el sector comercial. Así, la demanda de energía en edificios supera la demanda del sector industrial o de transporte. Solo en el sector residencial se utiliza más energía que en el sector industrial.

Estos valores no son constantes a través del tiempo. En la década de 1970, el sector residencial utilizaba solamente 18% de los recursos energéticos entregados a los usuarios finales, mientras actualmente el porcentaje alcanza al 28%. Así, en tres décadas, la energía entregada a viviendas ha aumentado en 10% mientras se reducía la entrega a otros sectores, especialmente a la industria. Además, la cantidad de energía entregada también aumentó muy significativamente: mientras en 1970, la demanda del sector residencial fue solamente 3.334 miles de TEP (toneladas equivalentes de petróleo), hoy alcanza a 15.135 miles de TEP, ¡un 450% de aumento! En forma sostenida,

2. Para calcular este porcentaje, se excluyen el uso de recursos energéticos para fines "no energéticos" por ejemplo el uso de gas y petróleo como materia prima para la producción de plásticos y fertilizantes.

aunque no sustentable, fue necesario aumentar la producción y distribución de energía al sector vivienda en 3,5% por año.

En parte, este aumento fue necesario para satisfacer la demanda de una población en crecimiento, pero la evolución demográfica de 1% anual solamente explica una limitada proporción de esa cifra. Adicionalmente, el tamaño de una familia promedio ha disminuido a través del tiempo, otro factor que tiende a aumentar la demanda por persona. Sin embargo, el factor más importante es el aumento de la demanda por persona, sostenida durante muchas décadas, a pesar de los vaivenes de la economía.

Por un lado, se puede argumentar que el fuerte aumento en el uso de recursos energéticos en vivienda indica una mejora significativa en la calidad de vida, al contar con mejor calefacción en invierno y el crecimiento de aire acondicionado en verano, mayor oferta y uso de electrodomésticos junto a la introducción de nuevos artefactos, tales como computadoras, impresoras y wifi, pantallas de televisión más grandes, centros musicales y cargadores de teléfonos celulares. Lo que no se reconoce es el rol que cumple el desempeño térmico de las construcciones al requerir mayor acondicionamiento artificial para lograr niveles mínimos de habitabilidad y confort. El mayor uso de recursos energéticos en vivienda no es necesariamente un indicador de significativas mejoras en la calidad de vida de la población. También cabe aclarar que esta mejora no alcanza a todos los sectores sociales por igual, dada la preocupante variación en la demanda de energía y la calidad de vida entre distintos grupos económicos.

Por otro lado, el aumento en el uso de recursos energéticos en vivienda implica menor disponibilidad de estos recursos para los sectores productivos de la economía: industria, agro y transporte, especialmente el primero. Mientras el uso de energía en el sector industrial produce bienes que perduran en el tiempo, según su vida útil desde ya, el uso de energía en vivienda solo produce beneficios transitorios: la calefacción, la refrigeración y la iluminación en el momento de uso, la música o el programa de televisión a la noche. Para lograr este beneficio transitorio estamos utilizando un recurso no renovable y produciendo impactos ambientales que perduran en el tiempo.

Ello demuestra que la alta demanda de energía del sector residencial es un factor negativo importante que afecta la sustentabilidad económica, social y ambiental.

Además, este sector presenta otra característica de fundamental relevancia: la alta variabilidad estacional y horaria de la demanda. Las redes de gas deben así satisfacer la alta demanda en días fríos de invierno, mientras la capacidad de distribución de la red eléctrica debe responder a la demanda de refrigeración en los días cálidos de verano, requiriendo mayores inversio-

nes en las redes de distribución para evitar inconvenientes y las inevitables protestas en los limitados días con clima extremo.

En el análisis de las medidas de eficiencia energética en vivienda se pueden identificar tres grandes áreas de acción:

- El comportamiento de los usuarios.
- La eficiencia de las instalaciones de calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación, junto a la de los electrodomésticos y otros artefactos eléctricos.
- Las características arquitectónicas y constructivas de la vivienda, difíciles de modificar, aunque tienen gran potencial de reducir la demanda de energía.

Si bien modificar el comportamiento de los usuarios no es un proceso fácil, comprende una serie de medidas de muy bajo costo que influyen de forma significativa en la demanda de energía, especialmente en sectores de la población con hábitos de gran consumo, tales como disfrutar altas temperaturas interiores en invierno, dejar luces prendidas permanentemente o reducir el “seteo” del termostato del equipo split. Si bien ello es el resultado de décadas de energía de bajo costo, los aumentos progresivos de las nuevas tarifas envían un claro mensaje al usuario de manera efectiva, su bolsillo, aunque sería deseable encontrar otra manera de concientizar al usuario.

En ese marco, los rubros más importantes del uso de energía en vivienda son: la calefacción, la refrigeración, el agua caliente y la cocción, en este orden de prioridad, aunque también son relevantes los electrodomésticos de uso continuo o de periodos largos como heladeras y congeladoras, televisores, computadores, wifi, etcétera. En la mayoría de los casos, solamente resulta rentable cambiar artefactos cuando llegan al fin de su vida útil, aunque nuevos artefactos tales como heladeras, equipos split y lámparas led de muy bajo consumo, son mucho más eficientes que los viejos modelos, y su reemplazo ya puede ser rentable hoy. Pero, el factor de mayor impacto es el diseño de la vivienda.

Estudios recientes tendientes al desarrollo de normativas (de Schiller, 2014, y de Schiller y Evans, 2015) demostraron que mejoras en diseño y construcción de vivienda a nivel nacional ahorra 30% en la demanda de energía convencional y mejora las condiciones de confort, sin cambiar artefactos ni comportamientos.

La configuración de la vivienda según las condiciones climáticas de cada región, que favorece el ingreso de sol en invierno y logra ventilación para refrescamiento natural en verano, sumado a la aislación térmica de

muros y techos, disminuye las pérdidas de calor invernal y la transmisión de calor estival. El adecuado diseño de viviendas también aporta iluminación natural y evita sobrecalentamiento con la protección solar de ventanas según su orientación. Adicionalmente, en la mayoría de los climas del país, los colectores solares pueden reducir la demanda de energía convencional para el calentamiento de agua en 60 a 75%

No hay soluciones únicas, ni mágicas, ni perfectas. Para lograr mayor eficiencia energética, es necesario combinar todas las medidas posibles, modificar el comportamiento, realizar mejoras progresivas de los artefactos y electrodomésticos en el momento del reemplazo y, muy particularmente, mejorar la vivienda en sí.

Pequeñas acciones, pero importantes en este marco, pueden contribuir a ello: la pintura de color muy claro en muros con revoque disminuye el impacto solar en verano, y la incorporación de una buena capa de aislación térmica al momento de renovar la membrana de impermeabilización en techos planos o la inserción de mayor aislación al reparar un techo de tejas tienen claros beneficios energéticos, los que se disfrutan durante toda la vida útil de la vivienda.

Paralelamente, las mejoras energéticas en nuevos edificios son mucho más rentables. Con la actual situación, se justifican gruesas capas de aislación térmica, mientras que en el pasado se consideraba adecuado solo 2,5 centímetros de aislación liviana en el techo, hoy conviene colocar 10 centímetros o más, y mayores espesores en climas fríos de altura o altas latitudes. También es necesario incorporar capas de aislación liviana en muros, lo cual implica modificar la tecnología convencional de bloques cerámicos huecos o ladrillos macizos.

La eficiencia energética requiere modificaciones en muchos campos, no solo por parte de los usuarios sino también de profesionales, vendedores de electrodomésticos y de materiales de construcción, fabricantes, legisladores y técnicos responsables de la aplicación de normativas y códigos de edificación.

La eficiencia energética no es un lujo ni una opción, sino una necesidad para optimizar los recursos energéticos no renovables, reducir costos y minimizar impactos ambientales. Aprovechar la energía solar en vivienda también requiere, como precondition, introducir medidas de eficiencia energética, considerando el costo de instalaciones de energía renovable y su carácter intermitente. Reducir la demanda de energía en vivienda no implica reducir la calidad de vida sino mejorar la calidad de vida con menos recursos, evitando o postergando inversiones en infraestructura energética. El enorme potencial de la eficiencia energética ofrece beneficios directos que aportan a la sustentabilidad económica, social y ambiental.

La eficiencia energética empieza en casa, ¡la sustentabilidad también!

BIBLIOGRAFÍA

- de Schiller, S. (2014). "Diseño Bioclimático, eficiencia energética y energía solar para la reducción de energía convencional en vivienda social", en: *AVERMA*, Avances en Energía Solar y Medio Ambiente, INENCO, UNS, Salta.
- de Schiller, S. y J.M. Evans (2015). *Design strategies, envelope performance and renewable energy for social housing, Proceedings*. Bologna, PLEA.
- MINEM (2017). Balance Energético Nacional, BEN 2015, Buenos Aires.

