INSTITUTO ARGENTINO DE LA ENERGÍA "GENERAL MOSCONI"

120 EDICIONES | 1983-2021

Año 37 | N°120
Octubre 2021

Proyecto Energético

Revista del Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi"

EL HIDRÓGENO VERDE EN ARGENTINA: TECNOLOGÍA DISRUPTIVA

COORDINAR LA ECONOMIA CON UN PLAN ENERGÉTICO ES CRÍTICO

DEFINICIONES PARA UNA POLÍTICA NUCLEAR INTEGRAL

MEDICIÓN INTELIGENTE: REVOLUCIÓN PARA LA GESTIÓN DE LA DEMANDA

Energía que impulsa a la industria

Estamos presentes en todas las cuencas productivas y llegamos con gas natural a todo el país y la región. Producimos petróleo, GLP, energía eléctrica, renovable y ofrecemos productos y servicios a la industria y estaciones de servicio. Elaboramos combustibles de máxima calidad en la refinería más moderna de Sudamérica.

DESDE HACE MÁS DE 20 AÑOS INVERTIMOS, INNOVAMOS Y CRECEMOS EN EL PAÍS.

Pan American ENERGY

Energía responsable

PAN-ENERGY.COM

Staff

EDITOR
Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi"

DIRECTOR
Ing. Gerardo Ariel Rabinovich

COMITÉ EDITORIAL
Lic. Jorge A. Olmedo
Lic. Luis M. Rotaeche
Luciano Caratori
Alejandro Einstoss Tinto
Julian Rojo

ÁREA ADMINISTRATIVA
Liliana Cifuentes
Franco Runco

DISEÑO
Disegnobrass
Tel.: +54 911 4199 9257
db@disegnobrass.com
www.disegnobrass.com

COMERCIALIZACIÓN
Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi" IAE
administracion@iae.org.ar

DIRECCIÓN IAE
Moreno 943 - 3º piso - C1091AAS
Ciudad de Bs As. - Argentina
Tel / Fax: (5411) 4334 7715 / 4334 6751
iae@iae.org.ar / www.iae.org.ar

Comisión Directiva IAE

PRESIDENTE
Ing. Jorge E. Lapeña

VICEPRESIDENTE 1°
Dr. Pedro A. Albitos

VICEPRESIDENTE 2°
Ing. Gerardo Rabinovich

SECRETARIO
Ing. Diego A. Grau

PROSECRETARIO
Jorge Mastrascusa (Regional Oeste)

TESORERO
Lic. Alejandro Einstoss Tinto

PROTESORERO
Julian Rojo
Pablo Magistochi (regional oeste)

VOCALES TITULARES
Jimena Latorre, Nicolas Gallo, Luis Flory,
Luis Rotaeche, Jorge Olmedo,
Luciano Caratori, Horacio Lafuente

VOCALES SUPLENTES
Hector Laspada (Regional Oeste)**, Victor Pochat,**
Lucio Lapeña, Nestor Ortolani,
Jorge Forciniti, Andres D Pelino,

COMISIÓN DIRECTIVA DE CUENTAS TITULARES
Marcelo Di Ciano
Roberto Taccari

COMISIÓN DIRECTIVA DE CUENTAS SUPLENTE
Raul Faura (Regional Oeste)

Proyecto Energético

05. EDITORIAL
Soplan fuertes vientos de cambio.
Gerardo Rabinovich

07. OPINIÓN
La transición energética: Un desafío planetario que obliga a la Argentina a definir una estrategia energética nacional.
Jorge Lapeña

10. ECONOMÍA DE LA ENERGÍA
Energía y Economía: La caja está abierta y Pandora perdió la llave.
Ricardo Carciofi

16. DOSSIER HIDRÓGENO
Cambio climático, hidrógeno e instrumentos de política para impulsar su desarrollo
Verónica Gutman

19. DOSSIER HIDRÓGENO
Economía del Hidrógeno. Mitos, oportunidades y realidades
Julieta Rabinovich y Sebastián Scheimberg

25. DOSSIER HIDRÓGENO
"Argentina - El Kuwait del Siglo XXI. Una relectura, veinticinco años después...
F. Gamallo

30. DOSSIER HIDRÓGENO
Argentina, El Kuwait del Siglo XXI: "Exportación" de viento Patagónico miediante hidrógeno licuado (1997- original)
Erico Spinadel, Florencio Gamallo, Sabas Luis García Nuñez, Pablo Spinadel y Mónica Cervino

33. DOSSIER HIDRÓGENO
Recordando a Erico Spinadel
Pablo Spinadel

38. POLITÍCA NUCLEAR
Aportes a la política nuclear de la Argentina
Diego Grau

40. POLITÍCA NUCLEAR
Consideraciones sobre el PLAN DE ACCIÓN de NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA aprobado el 23-06-21
Victor Boveri

42. MEDICIÓN INTELIGENTE: GESTIÓN DE DEMANDA
Situación general de la industria nacional de medidores inteligentes y la experiencia de DISCAR.
Atilio A. Gelfo

47. TRANSICIÓN ENERGÉTICA
Políticas para la transición energética
Luis José Flory

NÚMERO 120 - SEPTIEMBRE - 2021
ISSN 0326-7024
Es propiedad del Instituto Argentino de la Energía "General Mosconi".
Expediente Nº 5352687
Distribución en el ámbito de América Latina, Estados Unidos y Europa.

La energía es vida.
Es una necesidad básica,
y una fuente de progreso.
Así, hoy, para contribuir al
desarrollo sustentable del planeta
y hacer frente al cambio climático,
avanzamos, juntos,
hacia nuevas formas de energía.

La energía se está reinventando,

y el cambio energético también es el nuestro.
Nuestro objetivo es ser un líder mundial
de la transición energética.
Por eso,

Total se transforma y evoluciona a TotalEnergies.

TotalEnergies

SOPLAN FUERTES VIENTOS DE CAMBIO

ING. GERARDO RABINOVICH / DIRECTOR

Durante el presente año ha comenzado a tomar fuerza en la opinión publica el término “transición energética”. Algunos informes de instituciones de alto prestigio, como la Agencia Internacional de Energía, o el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, nos dicen que nuestra sociedad no está haciendo los esfuerzos suficientes para limitar el incremento de la temperatura media global del planeta por debajo de 1, 5º C hacia fines del presente siglo respecto de las temperaturas preindustriales (siglo XIX). Los últimos registros indican un incremento de 1, 1º C, con el agravante que la mayor parte de este crecimiento se registra a partir de los años 60 del pasado siglo, es decir que la aceleración ha sido notable.

Con el ritmo actual de emisiones, la ventana del 1, 5º C se alcanzaría en poco menos de diez años, y de no realizar acciones expeditivas y urgentes las transformaciones en los ecosistemas serian en muchos casos irreversibles y los daños enormes.

Hasta aquí, lo que nos dice la ciencia. Sin embargo, la opinión publica ha comenzado a percibir el problema, quizás como consecuencia del fenómeno global de la pandemia que puso en alerta a la sociedad respecto a acontecimientos de carácter global que se escapan de control y que son causantes de gran sufrimiento.

Una de las cuestiones que plantean los científicos es que estas alteraciones climáticas producen eventos meteorológicos cada vez más violentos y frecuentes. Y este año, desde China hasta la costa oeste de Estados Unidos hemos visto como estos eventos se desencadenan como la memoria no recuerda anteriormente: incendios, olas de frio polar, olas de calor extremo, inundaciones, huracanes en prácticamente todo el hemisferio norte han azotado a los indefensos habitantes de distintos países que perdieron casas, trabajo, bienes y lo que es peor de todo, vidas.

La pandemia ha generado una sensibilidad especial frente a estos eventos y la sociedad comienza a tomar conciencia y hablar de la transición energética.

¿En qué consiste esta transición? En sustituir la quema de combustibles fósiles, por fuentes de producción de energía no emisoras de gases de efecto invernadero. Ello implica la desaparición del carbón, de casi tres cuartas partes de la industria petrolera y de la mitad aproximadamente de la industria gasífera.

¿Es posible semejante transformación? Para responder a esta pregunta tenemos tres clases de exponentes: a) los que creen en la ciencia y en la potencialidad de la humanidad en superar los problemas (nosotros entramos en esta categoría); b) los negacionistas, para quienes son teorías conspirativas (el ex presidente Trump se destaca entre ellos) y c) los escépticos, quienes creen que el proceso está en marcha pero las velocidades son mucho más lentas, y que por lo tanto las industrias condenadas a desaparecer todavía pueden seguir jugando un papel determinante (los encontramos entre los más lúcidos exponentes de la industria petrolera).

¿Las tecnologías están disponibles? Indudablemente la respuesta a esta pregunta es positiva, sin embargo algunos argumentan que los costos de pasar a estas tecnologías serian insoportables para la sociedad, como si los costos de los desastres climáticos fueran aceptables.

¿Como está la Argentina en este contexto? Nuestro país es uno de los firmantes del Acuerdo de Paris, y ha presentado ambiciosos objetivos de reducción de gases de efecto invernadero al 2030 en su Contribución Nacional Determinada (NDC 2020). Más aun, el presidente comprometió que Argentina será carbono neutral en 2050.

Como cumplir con estos objetivos, en una economía descalabrada, ¿con subsidios insostenibles? Cualquier observador se da cuenta que la falta de consistencia hace dudar sobre la seriedad de las posiciones argentinas en las negociaciones internacionales. El intento de promoción industrial de la industria de hidrocarburos, la nueva ley de biocombustibles con la reducción obligatoria de los cortes, el subsidio al consumo de gas natural en las "zonas frías", entre otras, son todas acciones concretas que van en contra de los objetivos comprometidos. La presentación de la ley de Presupuestos 2022 ratifica el rumbo equivocado.

Sin embargo, ello se contrasta con otras señales si se quiere más débiles, pero no por ello menos importantes, como los intentos de impulsar la electromovilidad, o la capacidad, experiencia y antecedentes de nuestros técnicos y científicos en dominar la tecnología del hidrógeno. Nuestra industria que sobrevive a las tormentas económicas se esfuerza por estar en la punta del desarrollo tecnológico, un ejemplo lo tenemos en lo que respecta a la medición inteligente y la gestión de la demanda sobre las redes eléctricas.

Los vientos de cambio en el mundo soplan cada vez con mayor fuerza. Esta vez no se trata de un pequeño grupo de intelectuales y científicos que alertan sobre un peligro no muy cercano, sino las sociedades que perciben que ese peligro se aproxima a una velocidad inusitada.

Si no entendemos que la dirección del futuro apunta hacia esos objetivos, entonces nuestro país con su posición ambigua quedará cada vez mas relegado en la revolución tecnológica y económica que se está gestando y no podremos salir de la pobreza y el atraso en el que hoy estamos sumergidos.

La consolidación de planes de largo plazo para el desarrollo de tecnologías, como la nuclear, las energías renovables, la electrónica inteligente aplicada a la gestión de la demanda y de los consumos energéticos, debidamente coordinados con la macroeconomía, y transversales sectorialmente alcanzando los usos energéticos en el transporte, la vivienda y el agro es la que dará consistencia a nuestros compromisos y progreso y protección a nuestra sociedad.

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: UN DESAFÍO PLANETARIO QUE OBLIGA A LA ARGENTINA A DEFINIR UNA ESTRATEGIA ENERGÉTICA RACIONAL

La lucha contra el Cambio Climático generado por los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por causas antropogénicas afectará fuertemente el diseño de la política energética mundial en el próximo medio siglo.

JORGE LAPEÑA
Presidente del IAE "General Mosconi"

La lucha contra el Cambio Climático generado por los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por causas antropogénicas afectará fuertemente el diseño de la política energética mundial en el próximo medio siglo. Esa política tendrá éxito sí se encara en forma global a través de acuerdos efectivos y exigibles de la comunidad internacional en la reducción de emisiones; y si esos acuerdos son efectivamente cumplidos por los países firmantes de los mismos. **El objetivo es claro:** mantener el incremento de la temperatura planetaria –que ya es irreversible-por debajo de 1,5 ° C respecto a la temperatura de la era preindustrial. La próxima cumbre climática a celebrarse este año en Glasgow marcará probablemente un punto de no retorno en pos del logro de ese objetivo trascendente.

LA RESPONSABILIDAD CONCENTRADA EN UN SUBCONJUNTO DE PAÍSES

Para alcanzar ese objetivo se necesita que los principales países emisores de GEI se comprometan en forma efectiva a la reducción de sus emisiones, principalmente -pero no exclusivamente- energéticas. Esto requiere que al menos un conjunto circunscrito a los aproximadamente 40 países responsables del 70 u 80 % de las emisiones globales, cumplan con acuerdos de reducción; y que el no cumplimiento de los mismos genere un **costo efectivo** (multa) al país incumplidor. En ese grupo de países están los EE. UU y China que entre ambos superan el tercio de la emisión total y que junto a los países de la Unión Europea con 11,5% de las emisiones representa en conjunto la mitad de las emisiones mundiales.

En este grupo de 40 países se definirá el éxito o el fracaso de una política global de mitigación de cambio climático; y **Argentina con un 1% de las emisiones**, es uno de los países de ese grupo.

En la reciente cumbre climática virtual (22 de abril de 2021) de la cual participó Argentina a través del Presidente de la Nación, se ratificaron los acuerdos de Paris de 2015; y se asumieron compromisos de alcanzar la neutralidad de las emisiones entre 2050 y 2060. El cumplimiento de estas metas exigirá una profunda transformación en el sistema energético global que se conoce como la "**Transición Energética**".

EN LOS PRÓXIMOS 30 AÑOS SE PRODUCIRÁ UNA PROFUNDA TRANSFORMACIÓN DE LA MATRIZ ENERGÉTICA PLANETARIA

La Energía es un insumo básico del proceso económico y social. El consumo energético continuará; pero la Transición implica una transformación profunda en los modos en los cuales producimos y consumimos la Energía en la actualidad. La Energía se modificará en forma radical en los próximos 30 años y esto influirá en nuestras vidas y en nuestras políticas.

En los próximos 6 lustros el mundo deberá adaptarse a consumir menos carbón, menos petróleo y menos gas; y las energías provenientes de dichas fuentes deberán ser substituidas por otras producidas a partir de la energía **eólica; solar, nuclear, hidráulica y otras** que deberán alimentar centrales eléctricas. En clave vernácula: Argentina deberá reducir su consumo de petróleo y de gas; y aumentar su consumo de electricidad verde.

La electricidad (generación; transmisión y la distribución de energía eléctrica) experimentará un crecimiento importante. Habrá también importantes aumentos de la eficiencia. Lo más importante para nuestras vidas quizás sea la irrupción del automóvil eléctrico y el reemplazo paulatino del automóvil naftero. Asociado a esto tendrá lugar una utilización mayor del tren eléctrico para el transporte de cargas y personas en remplazo del camión consumidor intensivo de gasoil.

LA TRANSFORMACIÓN NO SERÁ HOMOGÉNEA Y CADA PAÍS DEBERÁ DEFINIR Y PROGRAMAR SU PROPIA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Con seguridad esta transformación – tecnológica, productiva y de consumo- que será profunda no será homogénea en el mundo. Habrá países que deberán focalizar su transformación en el consumo de energía, mientras que otros deberán realizar transformaciones profundas en sus sistemas de producción. La adaptación de cada país en el proceso de Transición Energética será un caso único que deberá resolver cada país en función de sus propios objetivos y restricciones. En este contexto **cada uno deberá elaborar su propia solución óptima** de mínimo costo. Y para ello deberá adoptar su estrategia y dentro de ella un Plan Estratégico que le permita cumplir en el tiempo con los hitos y objetivos acordados con la comunidad internacional.

Es obvio que el objetivo global se cumplirá si y solo si cada país alcanza sus objetivos. Es probable que los objetivos globales y las metas intermedias puedan sufrir alteraciones por causas diversas; y lo mismo podría ocurrir con las metas y objetivos de cada uno de los países. Esto obligará a un monitoreo constante que puede incluir reprogramaciones coordinadas y compensaciones acordadas.

El cambio tecnológico y la innovación podrían jugar un rol fundamental si se produjera la irrupción en fase comercial de tecnologías disruptivas que hoy no están en el menú de elecciones para la generación de energía eléctrica y que hoy no se encuentran disponibles para la utilización masiva (generación eléctrica mediante fusión nuclear; reactores modulares de fisión de pequeña escala; captura y almacenamiento de emisiones de CO2; etc.). Esto requerirá ser flexibles y prudentes a la hora de diseñar las estrategias y seleccionar las más convenientes; **evitando la toma de decisiones** que pudieran tener un alto costo de reversión ante el caso de cambios imprevistos.

Esto no nos lleva a la necesidad de adoptar **estrategias flexibles de equipamiento** que nos permitan rápidamente adaptarnos a los cambios tecnológicos que se produzcan durante el proceso de transición desde el momento actual hasta el instante en que se hayan alcanzado las “cero emisiones netas”.

EPÍLOGO Y RECOMENDACIÓN

De cara al fenómeno descrito Argentina se encuentra en una situación sumamente complicada. Por un lado, como hemos comentado, el país integra el “grupo selecto” de los 40 países que deben acordar y cumplir los compromisos globales para solucionar y/o mantener bajo control el fenómeno de cambio climático. Argentina integra a demás el G20, y a pesar de sus enormes dificultades presentes, no será considerado nunca un país pobre o indigente al que se le perdonan los incumplimientos.

Argentina tiene hoy una inmensa debilidad que se plasma en la falta de acuerdos políticos de largo plazo de su dirigencia. Argentina tiene un Estado desprovisto de un funcionariado eficiente y eficaz. El Estado está colonizado por las corporaciones y por funcionarios políticos sin formación, sin ideas altruistas y que han tolerado frecuentemente la corrupción y han sido en algunos casos parte principal de ella.

Nada se puede hacer si no existe capacidad y voluntad para transformar este statu quo cortoplacista; electoralista y prebendario que desnaturaliza a la Republica y a la Democracia.

MEDICIÓN Y GESTIÓN INTELIGENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

discar

METERING

APP **Mi Medidor**, gratuita para el usuario del servicio.

TECNOLOGÍA ARGENTINA

www.discar.com

ENERGÍA Y ECONOMÍA:
LA CAJA ESTÁ ABIERTA Y PANDORA PERDIÓ LA LLAVE

La cuestión energética plantea desafíos singulares a la macroeconomía y al desarrollo productivo. El texto intenta explicitar los retos e identificar las políticas apropiadas para enfrentarlos.

RICARDO CARCIOFI (*) (**)
Economista

El caso del reciente desacuerdo por los subsidios tarifarios que envolvió al Ministerio de Economía y la Secretaría de Energía ilustra el punto. Pero también ha ocurrido en el pasado. Sería erróneo creer que el tropiezo puede reducirse a diferencias de tipo instrumental. La exigencia de coordinación deviene de la grave configuración que posee el sector energético argentino en la actualidad y de sus implicaciones económicas. En lo que sigue argumentaremos que la cuestión energética plantea desafíos singulares tanto para la política macroeconómica de corto plazo -principalmente por su incidencia sobre los precios y los costos fiscales-, pero también se vincula con las políticas de desarrollo productivo. El propósito del texto es explicitar estos retos, procurando identificar cuáles son las definiciones de política económica apropiadas para enfrentar el cuadro que presenta el sector energético en la presente coyuntura.

Si bien el planteo apuntado arriba llevaría a trazar de partida un diagnóstico de situación, dicha tarea se escapa a los límites de esta nota. Solamente apuntaremos aquí que la discusión siguiente se inscribe bajo un parámetro central que atraviesa el cuadro energético actual: un proceso de declinación productiva de las fuentes de energía primaria proveniente de los combustibles fósiles que ya lleva varios años, al que se suma la dificultad por ampliar la inversión en nuevas centrales de generación. Esto no obstante cierto progreso en el desarrollo de energías renovables en años recientes. Por cierto, cabe destacar que este panorama energético se enmarca a su vez en un cuadro de estancamiento de la economía argentina de largo plazo -se remonta a 2011-, y que se desenvuelve en el contexto de una macroeconomía con profundos desequilibrios: inflación elevada, insolvencia fiscal, ausencia de crédito público, racionamiento de divisas, baja tasa de inversión y ausencia de creación de empleo privado.

PRECIOS.

La primera tarea es restablecer la función de los precios energéticos, especialmente en petróleo y gas. Es innecesario apuntar que los precios cumplen una

función primordial para la asignación de recursos en la producción y para orientar al consumidor. Eso es así en cualquier mercado, pero aplica de manera singular a la energía. Y la singularidad es doble: uno, porque en la economía energética actual los precios relevantes se hallan centralmente regulados y, dos, porque las decisiones de producción requieren inversiones que maduran a largo plazo -en ausencia de señales de precio adecuadas es imposible orientar la formación de capital y la ampliación de la infraestructura.

¿Qué ha ocurrido con frecuencia en el pasado? Que, si bien tanto el petróleo como el gas son bienes transables, los precios domésticos han perdido toda referencia con los valores internacionales. Esto explica que hayamos tenido un "barril criollo" cotizando 50% por encima del precio del crudo observado en los principales mercados. De la misma manera, los precios del gas en los últimos 20 años han fluctuado entre 1,5 y 7,5 us$ MBTU. Estos pronunciados vaivenes de los precios energéticos no se explican por los costos de producción sino porque han sido el resultado de definiciones regulatorias que han intentado remediar situaciones particulares que afectaron de manera variable a los distintos actores que se dan cita en el sector -el sector privado, las provincias (titulares de los recursos del subsuelo y beneficiarias de las regalías), los consumidores (residenciales, industriales y usinas) y el Tesoro, en cuyas cuentas se absorben finalmente los desequilibrios de unos u otros.

En consecuencia, un paso primordial para la reconfiguración del sector pasa por una definición acerca de los precios de la energía primaria fósil. En razón del carácter transable de estos bienes, parece claro que estos no pueden estar demasiado alejados de los precios internacionales. En el caso del crudo, con referencia a las calidades que prevalecen en la oferta doméstica -WTI. En el caso del gas, cuya comercialización internacional es más costosa, una aproximación útil es el mercado estadounidense habida cuenta de su mayor tamaño y que posee una oferta relativamente competitiva. Concretamente, la recomendación de los expertos es tomar como referencia el precio de entrada del gasoducto Henry Hub que se cotiza en el mercado bursátil de Nueva York.

La afirmación anterior no equivale a sostener la vigencia plena y a ultranza de precios internacionales del petróleo y gas en todo momento, pero sí considerar estos valores como la piedra angular sobre la que se organiza al sector. Por otro lado, para acercarse de manera efectiva a la aplicación de este principio, el mecanismo supondría una mayor apertura en el comercio internacional de crudo y, a la vez, la operatoria de subastas para el caso del gas.

SUBSIDIOS.

Los subsidios energéticos, una de las distorsiones más conocidas, son una cuenta muy significativa en el presupuesto público: suponen una erogación que se aproxima a casi 3% del PBI y que, en términos estrictamente fiscales, es imposible de sostener. Existen dos canales principales a través de los cuales el Tesoro deriva recursos al sector energético. En primer lugar, se subsidia a los productores de gas no convencional (Plan Gas IV). Se estima que en 2021 la cuenta por este concepto representa alrededor de 1500 millones de dólares, que son enteramente capturados por las empresas productoras de gas y también dan a mayores regalías provinciales (Neuquén.) En la medida que se siga el criterio arriba apuntado con respecto al precio del gas, se podrían eliminar gradualmente los subsidios a la oferta no convencional. Obviamente, esto tendrá consecuencias en las inversiones ya existentes en Vaca Muerta y otras que se proyecten en el futuro. Pero una definición como la que se ha sugerido arriba sería de utilidad para la evaluación de los proyectos en este yacimiento.

En segundo lugar, existen subsidios a la demanda residencial de gas y electricidad. En este último caso, los usuarios pagan sólo una parte del costo de generación (actualmente 29%).

Si se deseara cubrir enteramente el costo de la energía eléctrica, las tarifas a los consumidores deberían incrementarse 50%. El proceso lleva una dinámica tal que en poco tiempo más se arribará a una situación similar a la que se observaba en diciembre de 2015. El problema es aún mayor en el caso del área metropolitana de Buenos Aires abastecidas por EDENOR y EDESUR porque allí se verifica adicionalmente un atraso en las tarifas de distribución. En esta región, el incremento de tarifas que permitiría atender el costo de la energía y la distribución sería de 90%.

Las tarifas de gas también registran un atraso similar al cuadro eléctrico. Un elemento que suma un obstáculo adicional es la reciente ley de subsidios al gas en zonas frías. Esta medida instauró un beneficio que abarca ahora a 4.0 millones de usuarios (antes 800 mil), con criterios de focalización muy cuestionables. Además de la magnitud y costo de la medida (us$ 180 millones anuales), lo significativo es que la aprobación legislativa -que contó con votos del oficialismo y también de legisladores de la oposición- hace muy difícil una modificación de una norma que, en los hechos, convierte al beneficio en un derecho adquirido.

Si bien es cierto que, tal como indican estudios oficiales, la tarifa social es un instrumento que podría ampliarse hasta un universo de 5 millones de beneficiarios, la distorsión tarifaria plantea un problema económico de primer orden. O bien se asume la necesidad de una corrección con el consecuente impacto en el nivel de precios que habrá de prolongarse mientras tiene lugar la adecuación de los valores, o bien deberá hacerse lugar en el presupuesto público para atender los costos del subsidio, o una combinación de ambas.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA, INVERSIONES, PLAN ESTRATÉGICO.

La agenda de transición energética está instalada como tema de gobernanza global. Como es sabido, el Acuerdo de París fue un hito importante, pero la oposición ejercida por EEUU durante la administración Trump detuvo parte del proceso. Recientemente, el liderazgo europeo primero -a través del Pacto Verde Europeo en 2020-, y la prioridad otorgada por el Presidente Biden a combatir el calentamiento global, han colocado en el centro de la escena a la transición energética. De otra parte, Argentina ha asumido compromisos multilaterales en el mismo sentido: emisión neta cero en 2050.

Argentina posee un predominio de sus fuentes energéticas primarias fósiles (85%). Por tanto, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero supone una descarbonización gradual de la matriz. Si bien el camino hacia las fuentes renovables no será lineal, el horizonte de mediano plazo señala una pérdida de valor de las reservas de petróleo y gas. Consecuentemente, las futuras inversiones en el sector deben conciliar un doble objetivo: por una parte, maximizar el uso de las reservas actuales de combustibles fósiles mientras sea factible su aprovechamiento económico, y, por otra parte, mantener y avanzar en la ampliación de las fuentes renovables. En la práctica esto requiere asignar recursos a uno y otro tipo de energía, pero sabiendo que el punto de llegada es la desvalorización de las reservas fósiles. La ecuación está sujeta a diversas incertidumbres, especialmente por la evolución de precios del petróleo y el gas a corto y mediano plazo mientras se amplían las fuentes renovables. El proceso irá acompañado asimismo de fuertes cambios tecnológicos en la industria y el transporte.

La respuesta al problema no es sencilla, pero adquiere particular complejidad en Argentina principalmente por dos razones. En primer lugar, porque se carece de un plan estratégico de transición energética, al tiempo que ya están planteados los compromisos asumidos por el país en un contexto donde la acción multilateral avanza en esa dirección. En segundo lugar, porque el sector público tiene más que limitados recursos para aportar capital para el desarrollo de tal infraestructura. Esto significa que la posibilidad de llevar a cabo las inversiones necesarias depende de la participación del sector privado y del financiamiento a largo plazo que pueda obtenerse sea a través de las instituciones de crédito para el desarrollo o bien de fuentes bilaterales. De ahí que la disponibilidad de un plan estratégico asume un papel crucial porque es el instrumento que permite conjugar las prioridades de la expansión de oferta y sumar a los demás actores. En ausencia de esas definiciones, se corre el riesgo que progresen proyectos que respondan a intereses y oportunidades particulares, especialmente de aquellos que ofrecen el financiamiento, pero alejados de las necesidades del conjunto.

El diseño de dicho plan de desarrollo energético reviste urgencia. Si bien la iniciativa en la formulación del mismo compete en primera instancia al gobierno, habida cuenta de su importancia y de las múltiples aristas que supone, este es un instrumento que debe dar lugar a un debate amplio y transparente. Involucra ciertamente aspectos técnicos, pero no es sólo una tarea de expertos.

EL PLAN NUCLEAR Y EL PROGRAMA DE COOPERACIÓN BILATERAL CON CHINA.

Un ejemplo particular de lo último que se acaba de señalar es el plan nuclear. Recientemente el Poder Ejecutivo ha aprobado el plan de NASA. Éste conlleva el propósito de construir una nueva central con financiamiento provisto por China -Central Nuclear de Tipo Hualong- y además revierte los actos que llevaron a la cancelación de la central de uranio natural y agua pesada (tecnología nacional) que había dispuesto la anterior administración. Es decir que el aval del gobierno a NASA involucra varias decisiones simultáneas: la adopción de una nueva tecnología nuclear (uranio enriquecido y agua natural), la contratación directa con China, la continuación de los planes respecto de la otra central, todo esto en ausencia de un marco estratégico integral como se apuntaba arriba.

Lo anterior levanta la incómoda pregunta de cómo se ha podido avanzar en los compromisos con China para la central nuclear, en ausencia de previsiones para la expansión de otras fuentes y de la respectiva infraestructura: ¿cuál es la prioridad frente a otros proyectos -tal el caso de nuevos gasoductos? ¿cuál es la ventaja que ofrece frente a las otras alternativas? Y aún en el caso que la central de Hualong haya sido priorizada por la disponibilidad de financiamiento bilateral, es necesario mostrar que ése es el mejor uso de los recursos que aporta China frente a otras iniciativas energéticas o de distintos sectores de infraestructura.

CONCLUSIONES.

Según se ha visto hasta aquí hay un amplio menú de temas donde es necesaria una estrecha coordinación y comunicación entre el ámbito de gestión de la política energética y la economía. Este es un curso de acción que está ausente en el curso trazado por el gobierno y sus consecuencias están a la vista: declinación productiva de nuestros yacimientos de petróleo y gas, precios y tarifas que son fiscalmente insostenibles y carecen de sentido económico, ausencia de un plan estratégico que brinde las orientaciones mínimas en el marco de la transición energética, compromisos de un plan nuclear de enorme magnitud, iniciativas de proyectos que responden a las facilidades de obtención del financiamiento antes que a la prioridad de las obras. Los desbalances que presenta el sector de la energía son signficativos y tienen implicaciones económicas de amplio alcance -tanto para la política de estabilización como para el desarrollo del conjunto de la estructura productiva. El rumbo que llevamos nos aleja de las posibles soluciones, lo cual preanuncia mayores dificultades futuras. Para volver al título de esta nota: urge cerrar la caja de Pandora y llegar a tiempo para "atrapar a la esperanza".

(*) Investigador Invitado, IIEP-UBA.

(**) Deseo agradecer los comentarios de Alejandro Einstoss a una versión previa de este trabajo. Aplican los descargos habituales.

"El último que pague la luz", Nuevos Papeles, columna de opinión, https://www.nuevospapeles.com/nota/el-ultimo-que-pague-la-luz-apuntes-de-un-asistente-inexperto.

Para un diagnóstico y análisis de la situación actual del sector energético se sugiere consultar los informes que publica el IAE Gral. Mosconi. Sobre la evolución reciente de tarifas y subsidios ver, Einstoss, A. Precios, Tarifas y Subsidios a la Energía, EUDEBA 2020

HOY GUIAMOS LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA UN SISTEMA MÁS SOSTENIBLE.

En Enel nos anticipamos al futuro creando soluciones para los nuevos desafíos, promoviendo el uso de energías renovables y aplicando la economía circular a nuestros proyectos en todo el mundo con el foco en las personas, la digitalización y la innovación.

OPEN POWER
FOR A BRIGHTER FUTURE.

Seguí a @EnelArgentina

enel.com.ar

enel

DOSSIER HIDRÓGENO

CAMBIO CLIMÁTICO, HIDRÓGENO E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA IMPULSAR SU DESARROLLO
VERÓNICA GUTMAN

ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO. MITOS, OPORTUNIDADES Y REALIDADES
ING. JULIETA RABINOVICH Y LIC. SEBASTIÁN SCHEIMBERG

ARGENTINA - EL KUWAIT DEL SIGLO XXI" UNA RELECTURA, VEINTICINCO AÑOS DESPUÉS
F. GAMALLO - ASOC. ARG. DE ENERGÍA AÓLICA

"ARGENTINA, EL KUWAIT DEL SIGLO XXI": "EXPORTACIÓN" DE VIENTO PATAGÓNICO MEDIANTE HIDRÓGENO LICUADO
ERICO SPINADEL -FLORENCIO GAMALLO – SABAS LUIS GARCÍA NÚÑEZ, PABLO SPINADEL – MÓNICA CERVINO

RECORDANDO A ERICO SPINADEL
PABLO SPINADEL

CAMBIO CLIMÁTICO,
HIDRÓGENO E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA IMPULSAR SU DESARROLLO

Se revisan los instrumentos de estímulo aplicados a nivel internacional y se reflexiona sobre los incentivos necesarios para el desarrollo del hidrógeno en la Argentina

VERÓNICA GUTMAN
Investigadora de la Fundación Torcuato Di Tella (FTDT)

El hidrógeno está ganando un impulso político sin precedentes a nivel mundial. El número de países que apoya directamente la inversión en tecnologías de hidrógeno es creciente como así también los sectores en los que podría desarrollarse demanda para este combustible.

A nivel global, el uso del hidrógeno está hoy dominado por la industria, fundamentalmente la refinación de petróleo y la producción de amoníaco, metanol y acero. Prácticamente todo este hidrógeno es "gris" (producido en base a combustibles fósiles), por lo que existe un potencial para la reducción de emisiones de GEI provenientes de su reemplazo por hidrógeno "verde" (producido a partir de electrólisis del agua utilizando energías renovables). En el transporte terrestre los principales desarrollos en curso están focalizados en los automóviles de pila de combustible de hidrógeno y la infraestructura de recarga asociada, mientras que para el transporte marítimo y la aviación el desafío está en el desarrollo de nuevos combustibles basados en hidrógeno. A nivel residencial y comercial las perspectivas de largo plazo podrían incluir el uso directo de hidrógeno en calderas o pilas de combustible. Finalmente, en la generación de electricidad el hidrógeno emerge como una de las principales opciones para almacenar energía renovable .

INSTRUMENTOS DE ESTÍMULO A NIVEL INTERNACIONAL

Un número creciente de países, incluidos Alemania , la Comisión Europea , el Reino Unido , Estados Unidos y, en la región, Chile , han publicado Estrategias de hidrógeno con objetivos a mediano plazo e instrumentos de estímulo tanto para el desarrollo de tecnologías para la producción, transporte y almacenamiento de hidrógeno como para su uso en sectores seleccionados. Otros países, como China y Brasil , están trabajando en la elaboración de Estrategias nacionales.

Alemania viene apoyando la I+D en pilas de combustible de hidrógeno y proyectos de demostración desde la década de 1970, a lo que se ha sumado más recientemente financiamiento al sector industrial para inversiones en electrolizadores y subsidios para la compra de vehículos eléctricos. La Unión Europea está avanzando, por un lado, en el desarrollo de un marco regulatorio para impulsar el mercado de hidrógeno líquido y, por el otro,

en el otorgamiento de incentivos tanto para la oferta como para la demanda, incluyendo subsidios para reducir la brecha de costo entre el hidrógeno y los combustibles convencionales. El Reino Unido prevé apoyo a la I+D con foco en infraestructura y almacenamiento, co-financiamiento de proyectos de producción, desarrollo de un estándar para el H2 verde, subsidios para reemplazar combustibles en la industria e incentivos para la creación de clusters de hidrógeno con el fin de reducir los costos de capital asociados a infraestructura. Estados Unidos ha apoyado en los últimos 20 años I+D con foco en la generación de energía en base a hidrógeno, a partir de lo cual ha logrado desarrollar turbinas de combustión de hidrógeno y combustibles derivados que pueden reemplazar el gas natural en ciertos usos. Actualmente, sus esfuerzos están focalizados, entre otras cosas, en el desarrollo de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCS por sus siglas en inglés) a fin de transformar su actual hidrógeno "gris" en "azul" (el H2 "azul" es H2 "gris" con CCS). En Chile los instrumentos de estímulo previstos incluyen financiamiento para proyectos de producción y uso de hidrógeno, establecimiento de mesas de diálogo público-privadas, creación de polos de hidrógeno y despliegue de una "diplomacia del hidrógeno verde" con el fin de acelerar la exportación y el desarrollo de nuevas aplicaciones. China está redireccionando los subsidios a los vehículos eléctricos a batería hacia vehículos a hidrógeno e infraestructura de carga y servicios, con el objetivo de lograr una aplicación masiva de hidrógeno en el sector transporte, y busca impulsar también la creación de clusters. Finalmente, Brasil está trabajando en la identificación de las principales tecnologías de producción de hidrógeno verde y de los principales actores involucrados en la cadena de valor del hidrógeno a fin de evaluar si existe interés en la industria para introducir masivamente el hidrógeno en el país .

Por otro lado, Alemania, la Comisión Europea, Reino Unido, China, Japón, Rusia, Corea del Sur, Australia, Francia, Italia, Noruega, Austria, Holanda, Suiza, Islandia, Canadá, India, Sudáfrica y, en la región, Chile, Brasil y Costa Rica, forman parte del International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy , una organización creada en 2003 por Estados Unidos para fomentar la cooperación internacional en materia de I+D, intercambio de información y normas comunes sobre el desarrollo de infraestructura de H2.

INSTRUMENTOS DE ESTÍMULO PARA LA ARGENTINA

Los instrumentos aplicados a nivel internacional que podrían considerarse en la Argentina pueden sintetizarse en los siguientes puntos. Estos, a su vez, están en línea con las recomendaciones de la Agencia Internacional de la Energía para escalar la producción y uso de hidrógeno a nivel global:

I.-

Apoyo a la I+D orientada a reducir los costos de las tecnologías de hidrógeno verde, con foco en las pilas de combustible, los combustibles basados en hidrógeno, electrolizadores e infraestructura de transporte de hidrógeno.

II.-

Acompañar los riesgos de inversión de los desarrolladores de nuevas aplicaciones y de los proyectos de infraestructura, que constituyen los puntos más riesgoso de las curvas de despliegue, mediante préstamos a tasas concesionales, garantías y otras herramientas orientadas a compartir riesgos y premiar los desarrollos exitosos y con potencial exportador.

III.-

Estimular la demanda comercial de hidrógeno, mapeando los principales actores involucrados en la cadena de valor del H2 en el país así como las principales tecnologías de producción de hidrógeno verde a fin de evaluar conjuntamente posibilidades técnicas y económicas de crear mercados.

IV.-

Otorgar un rol importante al hidrógeno en las estrategias energéticas de largo plazo, buscando estimular sus usos en el transporte de pasajeros y de carga, la generación y almacenamiento de energía, la industria y el sector residencial.

V.-

Eliminar barreras regulatorias y armonizar estándares y normas.

VI.-

Participar de redes internacionales y monitorear la producción y los usos del hidrógeno a fin de realizar un seguimiento del progreso hacia los objetivos de largo plazo.

Argentina ya cuenta con un sistema de ciencia y técnica que viene realizando esfuerzos de I+D en hidrógeno desde hace décadas, ya se ha conformado un Consorcio para el desarrollo de la economía del hidrógeno, H2ar , que se está consolidando como un espacio de trabajo colaborativo entre empresas del sector y existen algunos avances en el sector privado en materia de producción de hidrógeno verde. Es decir que están dadas las condiciones de base para que, con decisión política e instrumentos de estímulo apropiados, se logre impulsar el despliegue de la cadena de valor del hidrógeno en el país.

ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO.
MITOS, OPORTUNIDADES Y REALIDADES

A juzgar por el espacio que ha tenido en la discusión estratégica nacional y los nuevos marcos institucionales creados para su investigación y desarrollo, el hidrógeno está llamado a ser el nuevo protagonista del sector energético, ya no de largo sino, dependiendo del observador, de mediano plazo.

JULIETA RABINOVICH
Ingeniera

SEBASTIÁN SCHEIMBERG
Licenciado

En efecto, en los últimos días el Consejo Nacional Económico Argentino ha presentado paneles de discusión y propuestas de armado de un Plan Estratégico que acercan a nuestro país a la frontera internacional del conocimiento y el planeamiento energético más avanzado globalmente[1].

Si bien la propuesta de mirar hacia el mundo en pos de descarbonizar la matriz energética nacional es una estrategia loable, la posibilidad de adoptar mejores prácticas internacionales en un contexto de desequilibrio macroeconómico no parece más que un objetivo aspiracional (y que evita cualquier tipo de roce en el terreno ideológico con quienes ejecutan las políticas públicas en tiempo presente), particularmente cuando la opción de utilizar el hidrógeno como combustible requiere de un uso intensivo del factor más escaso que hoy dispone la Argentina: el capital.

No deja de llamar la atención cierta disociación entre objetivos de corto y largo plazo en materia energética, donde han vuelto a insinuarse errores del pasado, vinculados a la definición de incentivos a hundir recursos privados que no se percibe fueran a recuperarse con fuentes genuinas por el lado del uso de dichos recursos, llámese tarifas o subsidios compatibles con un régimen de baja inflación. Aunque esto no desmerece el esfuerzo presupuestario relativo y la iniciativa, en materia de investigación aplicada, que ha recuperado la presente Administración.

Habida cuenta de esta contradicción, o doble vara local, nos parece de todos modos interesante describir los aspectos más salientes de la economía del hidrógeno, que se presenta como uno de los vectores energéticos con mayor potencial de desarrollo, encadenado productivamente al aprovechamiento de las fuentes abundantes de energía que dispone nuestro país; así como de los avances tecnológicos que han impactado de lleno en el sector energético reduciendo notablemente sus costos en lo que va del siglo XXI. Avances a los cuales potenciales acuerdos globales podrían contribuir, acelerando la

transferencia tecnológica en favor de Argentina, al tiempo que procuran asegurar la disponibilidad del recurso para el país que haga de contraparte.

De hecho, el Instituto Fraunhofer de Alemania es una de las instituciones que está realizando alguno de los acuerdos más importantes con provincias de nuestro país para lograr ambas metas, en un plazo de diez años vista. Y en este sentido la oportunidad de desarrollar el H_2 localmente aparece más como una opción para aumentar el valor agregado en las exportaciones argentinas que en un proyecto energético en sí mismo. El otro gran jugador que acaba de dar sus primeros pasos en una alianza de tipo público-privada, es la firma australiana Fortescue Future Industries.

Tanto la Comunidad Europea (CEE) como otros países desarrollados han movilizado grandes recursos para el aprovechamiento del H_2, y han señalado la potencialidad de la expansión de su uso como combustible para el transporte (sobre todo fluvial y marítimo), sujeto a la reducción de los costos de generación y separación molecular, particularmente en el caso en que su origen resultara de fuentes renovables, como lo señala el reporte realizado por la Agencia Internacional de Energía, a pedido del G20[2]. No obstante, el avance en el camino de la reducción de costos desde la publicación de dicho reporte, 2 años atrás, nos acerca más (desde una mirada global) a la concreción del sueño utópico planteado en el siglo XIX, en que el agua vendría a ser la fuente energética del futuro[3].

DESAFÍOS

El uso del hidrógeno como vehículo para el almacenamiento de energía plantea un desafío interesante. El almacenamiento de electricidad a corto plazo en baterías para plantas pequeñas se está desarrollando de manera dinámica. Sin embargo, el almacenamiento a largo plazo de grandes cantidades excedentes de electricidad requiere nuevos tipos de almacenamiento. Por esta razón, el hidrógeno puede desempeñar un papel importante en la mejora de la integración del sistema eléctrico en conjunto con las energías renovables.

En el proceso de licuefacción del hidrógeno se consume una gran cantidad de energía primaria que, dependiendo de la técnica seguida, puede situarse entre el 30 y el 40% del contenido energético del hidrógeno líquido. A partir de un determinado volumen de producción puede ser conveniente licuar el hidrógeno. No obstante, el hidrógeno estaría en desventaja respecto a la eficiencia relativa del Gas Natural Licuado, dada la expansión que logra este último al gasificarse. Incluso en términos de la eficiencia del pozo a la rueda, el hidrógeno corre con desventaja respecto al gas natural en cualquiera de sus formas de compresión o licuefacción (GNC o GNL).

Sin embargo, en la medida que mejora el rendimiento de los motores eléctricos de tipo FCEV la eficiencia del hidrógeno aumenta[4]. Actualmente está en el orden del 55-63%, lo que resulta superior a la eficiencia de los motores de combustión (aproximadamente 29-36%), aunque queda muy por debajo de la eficiencia del pequeño vehículo eléctrico (del orden del 94-97%).

El factor determinante del costo del H_2 verde, que es el que se busca promover para descarbonizar la matriz energética global, viene entonces determinado por el costo de generación eléctrica. De allí que se ha planteado que el modelo del hidrógeno es una extensión o encadenamiento productivo del modelo de ER, muy impulsado por las potencias mundiales, que se han vuelto a alinear en el objetivo de reducir las emisiones de CO_2 tras la consagración del gobierno Demócrata en EE.UU.

En tal sentido, con un costo eficiente de generación con fuentes renovables del orden de los 40/45 US$/MWh, obtendríamos un kg de H2 a 4-5 US$/kg[5]. Si tenemos en cuenta que la tecnología más eficiente de Toyota permite recorrer 1000 kms con 5,66 kg de H_2[6] , el resultado es un costo de 28 dólares y cero emisiones de CO2, lo que correspondería a un impuesto nulo al CO_2.

Por otro lado 1 kg de hidrógeno contiene la energía de aproximadamente 3,5 litros de diésel y la eficiencia de la pila de combustible es más del doble que la del motor térmico, por lo tanto 1 kg de H2 equivale a 5/7 litros de combustible líquido que utiliza un auto MCI. A su vez, si tomamos la densidad media y el precio promedio histórico del diésel, cada kg de este hidrocarburo tiene un costo de 0.5 US$/l, con lo que el costo del H2 sería 50% mayor (sin impuestos) que el del combustible fósil[7]. Ciertamente al combustible líquido habría que agregarle el

costo de emisiones de CO_2. Asumiendo un costo de la tonelada de carbono de 100 dólares, todavía habría una ventaja relativa significativa para el diésel, con lo que no habría una conveniencia económica que justifique el uso del hidrógeno a mediano plazo. Al menos esto vale para el caso del hidrógeno verde[8] .

Por esta razón la evolución del costo de la producción de la energía renovable es crucial para el crecimiento del H_2 como sustituto de otros combustibles, ponderando a su vez el impacto nulo de sus emisiones de CO_2. Y es en el segmento de transporte donde se vislumbra una posibilidad mayor, sobre todo si se compara con el diferencial de costos que existe en la energía térmica con base al gas natural, que para un GNL de 6 US$/MMBTU es del orden de uno a diez con el H_2 verde.

No obstante, en el caso del transporte pesado para un país como la Argentina, que podría disponer de un gas en boca de pozo a un costo económico del orden de los 3 US$/MMBTU o menos, la carrera de sustitución contra el Gas Vehicular ya sea presurizado a 220 bar, como GNC, o bien como Gas Natural Licuado, pareciera tener plazos más largos que los que tiene en cuenta la CEE.

En el primer caso los ahorros económicos respecto al diésel (sin impuestos) sería del orden del 50%, mientras que, en el caso del GNL, con mayor autonomía de carga, el ahorro sería del orden del 30%[9]. La incorporación de impuestos eficientes a su vez acentúa la ventaja relativa del gas natural.

Por otra parte, en la medida que se reduzcan los costos de transporte y almacenamiento, el comercio de hidrógeno será un objetivo en sí mismo, más allá que el uso de H_2 como combustible para el transporte marítimo es uno de los focos que ha recomendado el informe de la IEA para explorar y desarrollar. En este sentido la Agencia ha señalado que el modelo de comercio del GNL podría ser un caso para emular, aunque al final del día ambos combustibles terminan compitiendo por el mercado transatlántico, y en ese caso la comparación va a poner en la balanza las emisiones de ambos combustibles (lo que favorecerá nuevamente al H_2 verde).

SITUACIÓN EN ARGENTINA

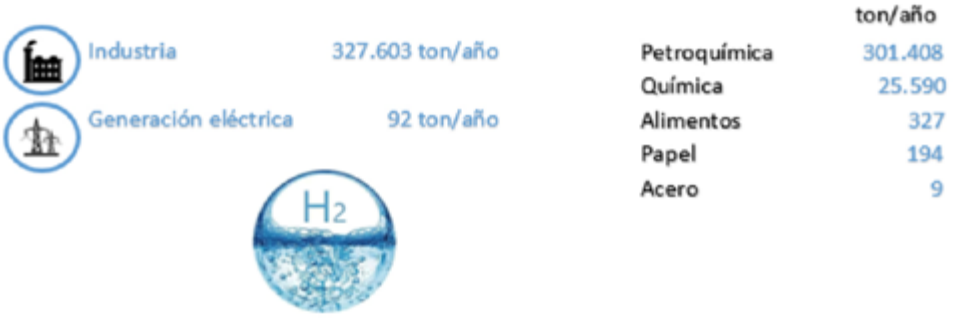
En Argentina el desarrollo experimental del H_2 es de larga data. La Asociación Argentina de Hidrógeno ha investigado y desarrollado tecnologías de hidrógeno desde principios de los 90. Se ha participado desde 1997, entre otros desarrollos en el país. en la elaboración de normas, códigos y estándares a través de la participación en el comité técnico ISO/TC 197, con el objetivo de asegurar aspectos de seguridad en el manejo del hidrógeno en toda la cadena de valor.

En 2006 se aprobó la ley 26.123 que declara de interés nacional el desarrollo, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía. Hasta el día de hoy no ha sido reglamentada y este año vence. Se han presentado actualizaciones para esta ley, la principal diferencia es que se ubica al hidrógeno verde como el centro. A mediados de este año "PlataformaH_2 Argentina", una coalición de instituciones académicas especializadas en energía presentó una propuesta para actualizar la ley de Hidrógeno, para poder impulsar el debate para construir un marco normativo en torno al mismo. Las actualizaciones que se presenten deben pasar por el Congreso de la Nación para ser aprobadas.

El hidrógeno se ha estado utilizando como materia prima junto al nitrógeno, para producir fertilizantes nitrogenados. A mediados del siglo pasado y gracias a la existencia de importantes reservas de gas natural, se impuso la tecnología de reformado con vapor de gas natural para producir gas de síntesis, con la cual se genera hidrógeno con la pureza adecuada para ingresar a la planta de síntesis de amoníaco, para producir fertilizantes nitrogenados. En Argentina, además de estos usos el hidrógeno tiene otras aplicaciones en la industria alimenticia, en la industria farmacéutica y en las refinerías de petróleo.

El consumo de hidrógeno en Argentina es de 328.000 toneladas al año. El 97,7% del H_2 es producido por la industria para el consumo in situ. Luego el 2% se comercializa y el restante 0,3% se utiliza para generación de energía eléctrica.

Figura 6. Demanda de H2 en Argentina (2020)



Fuente: Elaboración propia

Argentina es un candidato potencial para producir hidrógeno verde, utilizarlo dentro de la industria, y expandir su uso al trasporte, la calefacción y la generación eléctrica, ya que se encuentra en una región donde los recursos necesarios para la producción del H_2 son ideales por lo tanto el costo de producción de H_2 podría estar entre los más bajos (entre 1,6 y 2,2 USD/kg H_2).

La Región Patagónica presenta mayores velocidades de viento que la media, y expansiones de tierra potencial para la generación eólica (vientos superiores a 6 m/s). La región del noroeste argentino (La Rioja, Salta, Jujuy) y el área montañosa del centro este de Argentina (Cuyo: Mendoza, San Juan y San Luis) tienen la mayor irradiación solar del país (1800-2200 KWh/m2). Sin embargo, estos costos sólo serían alcanzables en la medida que el costo del capital fuera similar al de los países con Grado de Inversión, lo cual demanda una estabilidad macroeconómica y regulatoria que no se ha visto en el curso del siglo XXI.

La experiencia en hidrógeno verde existe desde el año 2008 donde la empresa argentina Hychico opera una planta de hidrógeno electrolítico con una producción de 120 Nm3/h de hidrógeno, que, mezclado con gas natural, alimenta un motogenerador de 1400 KW con reducción de gases GEI (gases de efecto invernadero). Una experiencia muy relevante es la que esta empresa está llevando adelante con el almacenamiento subterráneo de hidrógeno, a 800 metros bajo el nivel del suelo, en un pozo depletado de gas natural. Está vinculada a la experiencia europea denominada “Hyunder”. Esta alternativa tecnológica puede brindar la capacidad de almacenamiento masivo de hidrógeno, en un rango de ciento de miles a millones de metros cúbicos, a un costo muy competitivo.

En 2019 los gobiernos de Argentina y Japón suscribieron un Memorándum de Cooperación para trabajar en el desarrollo del hidrógeno como combustible no contaminante, tecnología que varias automotrices en el mundo exploran para el futuro de una movilidad sustentable. El Memorándum promoverá las inversiones en este campo y generará el marco propicio para la integración de Argentina en las cadenas globales de valor energéticas sustentables, según aseguró la Cancillería.

En 2020 Y-TEC (YPF) y el CONICET crearon el Consorcio H2AR, con el objetivo de desarrollar la economía del Hidrógeno en Argentina. Este consorcio reúne a las empresas e instituciones que forman parte de toda la cadena de valor del hidrógeno. A partir del H2AR se busca conformar un espacio de trabajo colaborativo.

Durante el año 2021 se han concretado diferentes acciones:

- Se presentó el foro "Hacia una estrategia Nacional Hidrógeno 2030" en el cual se propuso un plan de movilidad a hidrógeno para la Argentina, que impulsa la producción y exportación. Este foro fue presentado por el presidente y participaron embajadores de países con amplia trayectoria en el tema como Alemania, Japón y Corea del Sur.

- Se firmó un acuerdo entre el gobierno nacional, el gobierno de Rio Negro y Fortescue Future Industries (FFI) donde se acordó iniciar tareas de prospección y factibilidad para proyectos de hidrógeno verde en Río Negro. En el marco del Plan de Desarrollo Productivo Verde, el hidrógeno verde se presenta para Argentina como una oportunidad de desarrollar proveedores competitivos en toda la cadena, crear nuevos empleos y aumentar significativamente las exportaciones a la vez que se protege el ambiente local y global. Fortescue Future Industries es una empresa australiana que posee la tecnología, el conocimiento y el financiamiento para el desarrollo del hidrógeno verde.

- Acuerdos del Instituto Fraunhofer, de Alemania, con varias provincias argentinas, para lograr la producción, hacia el 2030, de "hidrógeno verde".

Es importante tener una noción de los costos derivados de cada método de producción de hidrógeno, renovable y no renovable. Para esto hay que tener en cuenta el nivel de avance de la tecnología de producción, la disponibilidad de infraestructura existente y el precio de la materia prima. Todas estas variables generan volatilidad del costo de producción del hidrógeno.

Los métodos económicamente más ventajosos para la producción de hidrógeno son el reformado con metano, el carbón y la gasificación de biomasa. Los ciclos termoquímicos nucleares también parecen ser competitivos. Todavía la electrólisis eólica y solar proporcionan un costo de producción por kg de hidrógeno alto para competir con los métodos usados a partir de combustibles fósiles. A medida que los costos de producción de energía solar y eólica sigan bajando, esta producción será más competitiva.

CONSIDERACIONES FINALES

El objetivo de descarbonizar la matriz energética debe ser un objetivo global y local, y en ese sentido tiene lógica plantear una meta de largo plazo que permita que nuestro país se acople a las mejores prácticas internacionales. No obstante, la Agenda del Cambio Climático tiene para nuestro país una dinámica que no puede soslayar la particularidad de la dotación de recursos y la necesidad de acoplarse a las mejores prácticas internacionales. Más allá que dichas prácticas requieren de una economía con baja inflación y estabilidad cambiaria que por el momento parecen difíciles de alcanzar.

La obtención de H_2 de fuentes renovables será viable, dadas las ventajas de recursos mencionadas previamente, en la medida que el país logre reducir el costo del capital. Actualmente nos separan aproximadamente 12 puntos de interés porcentual respecto a los países con Grado de Inversión, lo que inviabiliza alcanzar los costos competitivos ventajosos, dada la dotación de recursos, señalados previamente.

Pero inclusive, llegando a reducir el costo del capital, la comparación resulta todavía desfavorable para el H_2, en relación con otras fuentes o vectores energéticos, incluyendo los combustibles líquidos, el gas y la electricidad; sobre todo en los usos vinculados al transporte, en todas sus formas.

En este sentido, la apuesta al H_2 tiene que formar parte de una estrategia de Investigación y Desarrollo en un contexto de integración inteligente del país al mundo, e ir incorporando las mejores prácticas tecnológicas y regulatorias, tanto en H_2 como en el conjunto de las energías que disponemos en abundancia a costos competitivos.

Es necesario actualizar, aprobar y reglamentar una ley que pueda ser marco para el desarrollo del hidrógeno, en el contexto de un plan nacional energético. Si bien no sería conveniente adoptar soluciones tecnológicas que no representan soluciones eficientes para el país, la incorporación de un Programa de desarrollo del H_2 sin duda representa un avance, mismo cuando el aporte doméstico se enmarque en un plan de desarrollo de un socio comercial que pueda financiar proyectos generando flujos de divisas para la Argentina a futuro, exportando el que a su turno ha de volverse un nuevo commodity amigable con el medio ambiente.

No obstante, las buenas prácticas económicas y de finanzas públicas requerirán que el país utilice el análisis de costo/beneficio (incluyendo las externalidades) para decidir, no sólo por esta fuente energética sino por todas las que planee financiar con recursos públicos, dónde va a destinar su limitada capacidad de financiamiento en el futuro inmediato, donde los problemas que se evidencian tienen más que ver con una Agenda de lucha contra la pobreza que otra cosa.

---

1 https://www.argentina.gob.ar/noticias/seminario-la-descarbonizacion-y-la-navegacion-el-hidrogeno-como-vector-energetico

2 https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen

3 Julio Verne, La Isla Misteriosa, 1874

4 La eficiencia de convertir electricidad en H2 está entre el 60 y el 65%.

5 H2 Cost - Centre for Innovation, Technology and Policy Research (IN+)

6 https://www.h2-view.com/story/toyota-mirai-breaks-world-record-for-distance-travelled-with-one-fill-of-hydrogen/

7 Para este cómputo se tomó el precio promedio de la Regular USGC y el Diesel N°2 del período 1990-2019, sin impuestos (0.37 US$/litro) y una densidad de 0.72 kg/litro

8 Según el análisis realizado en https://www.ah2vbiobio.cl/manual-del-hidrogeno-verde/ el costo del hidrógeno verde comparado con el diésel sería entre 2 y 3 veces mayor, sin tener en cuenta la eficiencia de los respectivos motores. No obstante, este diferencial sí considera el costo adicional de las subestaciones de carga de H2

9 Sebastián Scheimberg, 2020. "Consideraciones acerca de la diversificación del transporte pesado en Argentina. Una mirada desde la Planificación Energética," Asociación Argentina de Economía Política: Working Papes 4408, Asociación Argentina de Economía Política

“ARGENTINA – EL KUWAIT DEL SIGLO XXI”

UNA RELECTURA, VEINTICINCO AÑOS DESPUÉS…

F. GAMALLO
ASOC. ARG.DE ENERGÍA EÓLICA

INTRODUCCIÓN

El trabajo de referencia, originalmente titulado “Argentina, the 21st. century Kuwait - Patagonian wind “exported” as liquid hydrogen”, y presentado en la la XII World Hydrogen Energy Conference, realizada en Buenos Aires en Junio de 1998; surgió de un estudio realizado entre los años 1996 y 1997, que apuntaba fundamentalmente a demostrar la viabilidad técnica y económica de aprovechar de forma intensiva el inmenso recurso eólico patagónico mediante la producción de hidrógeno electrolítico. Para entonces, ya había quedado claro que la operación de máquinas eólicas en conexión directa con las redes troncales presentaba una limitación, por cuestiones de estabilidad, que establecía un máximo en la potencia eólica instalable, estimado en aquel momento por los autores en unos 10 GW. Aun cuando ese valor límite resultaba enorme en comparación con las exiguas potencias eólicas instaladas por entonces en el país, seguía siendo a su vez un valor muy pequeño en comparación con la inmensidad del recurso primario disponible. Se proponía, por lo tanto, una vía alternativa para dedicar esta fuente primaria a la producción de un gas combustible que podía reemplazar a los hidrocarburos, mediante un proceso conocido, eficiente, sin impacto ambiental y, según se concluyó entonces, también económicamente viable.

No se evaluaban en aquel trabajo ni el modo de transporte del hidrógeno producido hasta los eventuales centros de consumo (existían en aquel momento algunos otros proyectos internacionales que estudiaban estos aspectos, por lo que se optó por tomarlos como referencia), ni las características del futuro mercado para ese H2 (aunque sí se asumía que el mismo se desarrollaría internacionalmente, como efectivamente sucedió). Se buscaba más bien cuantificar los costos de producción del H2, y compararlos con los valores que en ese momento tenían las distintas fuentes convencionales a las que ese hidrógeno podría reemplazar.

En aquellos años se encontraba aún en estudio una ley de promoción para las fuentes eólica y solar, por lo que se buscó también presentar a los legisladores un análisis inicial sobre la viabilidad del emplear el vector hidrógeno en combinación con estas fuentes. A pesar de la buena recepción que la idea tuvo a nivel parlamentario, la posibilidad de producir hidrógeno finalmente no se integró a la que luego fuera la Ley Nº 25.019, sancionada en Septiembre de 1998. Recién en el año 2006 fue promulgada una ley específica para promoción del vector hidrógeno (Ley Nº 26.123), aunque la misma nunca fuera posteriormente reglamentada.

EVOLUCIÓN DEL MERCADO ENERGÉTICO. DIFICULTADES DE TRANSPORTE DEL H2 HASTA EL CONSUMIDOR

De aquella época a la actualidad, el aumento de la potencia eólica instalada a nivel mundial se ha incrementado en varios órdenes de magnitud. Accesoriamente, la tecnología fotovoltaica, de costos elevados en aquellos años, se ha abaratado lo suficiente como para que las instalaciones de alta potencia sean ya de uso diario. Asimismo, el desarrolla de tecnologías de control de red más avanzadas, han permitido que la participación de fuentes variables en el mix, asumida alrededor del 15 % en aquel momento, pueda alcanzar actualmente valores de hasta un 25 %, Aun así, la expansión de las fuentes renovables ha sido tan grande, que su participación porcentual en las redes no ha parado de crecer, haciendo que la estabilidad de las redes comience a verse comprometida cada vez con mayor frecuencia, especialmente en redes

pequeñas, que se han popularizado en los últimos años a través del concepto de “generación distribuida”.

La consecuente necesidad de alternativas adicionales de rebalanceo ha hecho que la electrólisis de agua, si es operada a potencia variable, se convierta ya no solo en la fuente de un combustible renovable, de alta intensidad energética y de efecto ambiental nulo, sino también en una herramienta muy adecuada para contribuir al equilibrio de las redes. Este motivo, sumado a la conveniencia operativa de que el hidrógeno sea generado en cercanía a los posibles puntos de consumo (para evitar o minimizar la necesidad de transportarlo en fase gaseosa), ha hecho que resulte preferible desarrollar una red distribuida de electrolizadores, de potencias unitarias mucho más pequeñas, en lugar de instalaciones de generación centralizadas, como las que se proponían en el trabajo original. Estas últimas solo pasarían a tener sentido en proyectos de altísima producción, destinados principalmente a la exportación del hidrógeno a mercados remotos, y no al consumo local.

Esta provisión a mercados remotos, si bien posible y contemplada en muchos programas internacionales, tampoco tiene aun completamente resueltos los aspectos del transporte transoceánico, como se verá a continuación. Esto lleva, en muchos casos, a un replanteo en la geometría de los sistemas de producción de H2, priorizando el abastecimiento a mercados locales, tal como se observa en diversos proyectos actualmente en desarrollo en diversas partes del mundo.

TRANSPORTE MARÍTIMO CRIOGÉNICO. EVOLUCIÓN Y MERCADO DE LH2

La idea de transportar hidrógeno en fase líquida (a presión atmosférica y 253 ºC bajo cero) por vía marítima comenzó a analizarse hace ya varias décadas, en el marco de un proyecto piloto desarrollado conjuntamente por Canadá y Alemania, llamado EQHHPP - Euro Quebec Hydro Hydrogen Pilot Project, que tuvo lugar en la década de los ‘90s del pasado siglo. Este proyecto, en el cual participaron numerosas empresas, contemplaba producir hidrógeno por electrólisis mediante energía hidroeléctrica en la provincia de Quebec (Canadá), licuarlo in situ, transportarlo hasta la costa en tanques flotantes (tecnología ya utilizada por la NASA para abastecer al Space Shuttle – Fig. 1), ubicar esos tanques sobre un buque de diseño específico (Fig. 2), y despacharlo por vía marítima hasta el puerto de Hamburgo, donde sería regasificado e inyectado en gasoductos.

Cada buque tenía una capacidad de 15.000 m3 de LH2 (cinco tanques de 3.000 m3 c/u), y se planeaba una frecuencia de operación de 17 viajes por año, para una potencia de electrólisis de 100 MW. Dado que el proyecto, por motivos diversos, no llegó a concretarse, esos buques fueron diseñados pero no construidos, a diferencia de los pontones, que sí existen y continúan en operación.

Fig. 1: Tanque-pontón NASA

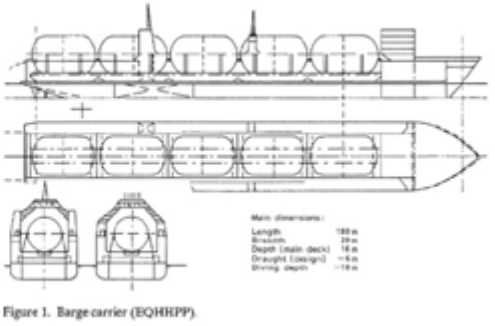


Figure 1. Barge-carrier (EQHHPP).

Fig. 2: Buque porta-pontones EQHHPP

Con posterioridad a ese proyecto, no se conocieron otros desarrollos concretos sobre este punto, hasta que, recién en 2019, un consorcio japonés construyó y botó un buque específicamente concebido para el transporte de un recipiente criogénico móvil de 1.250 m3 (Suiso Frontier, KHI - Fig. 3). El tanque fue concluido en 2020,

y el conjunto se encuentra en operación experimental desde entonces. Dicho consorcio manifestó estar diseñando también un buque tanque con una capacidad total de 160.000 m3, pero con fecha de entrada en servicio posterior al año 2030 (Fig. 4).

Fig. 3: Buque Suiso Frontier (KHI)

Fig. 4: Futuro buque tanque LH2

Este estado de cosas muestra claramente que la opción de transporte marítimo en fase líquida, si bien ha retomado su desarrollo, se encuentra aún lejos de ser una tecnología comercialmente disponible o de aplicación inmediata. Algunas otras fuentes estiman que podría llegar a establecerse recién después del año 2040.

Otro aspecto a considerar es el de la energía invertida en el proceso de licuefacción, que alcanza al 30 % del contenido energético del propio hidrógeno. Si esa energía fuera posteriormente desperdiciada en el proceso de regasificación, todo el proceso de transporte se volvería económicamente inviable, por lo cual debería preverse que en los puntos de recepción se disponga de instalaciones que permitan aprovechas la potencia frigorífica liberada. La pureza del hidrógeno gasificado resultaría similar a la original, siendo adecuada para su empleo en celdas de combustible.

En años posteriores, otras opciones para el transporte masivo de hidrógeno fueron también estudiadas, y, alguna de ellas, inclusive parcialmente implementada. Todas se basaron en la formación de compuestos altamente hidrogenados (genéricamente conocidos como LOHCs, Liquid Organic Hydrogen Carriers), que permanezcan en fase líquida a presión atmosférica y a temperatura ambiente, que no sean tóxicos ni explosivos (o, al menos, que presenten una peligrosidad controlable), y que luego puedan ser descompuestos, ya una vez transportados, recuperando de ese modo el hidrógeno. En la actualidad, y luego de haber descartado algunas otras opciones, los compuestos sintéticos considerados aptos para transportar hidrógeno parecen haberse reducido al amoníaco (NH4) y al metilciclohexano (MCH). En esta categoría no se incluye al metanol, que podría obtenerse por síntesis de H2 y CO2, ya que se trata más bien de un producto final, más que de una especie intermediaria empleada a los efectos del transporte.

El amoníaco, sobre cuya acumulación, transporte y seguridad existe ya una amplia experiencia, puede sintetizarse mediante un proceso Haber-Bosch (exotérmico), tratando al hidrógeno (que debe estar libre de CO2) con nitrógeno obtenido del aire atmosférico. Una vez transportado, el hidrógeno se recupera mediante calentamiento, y el nitrógeno liberado se ventea a la atmósfera. En caso de querer emplear al hidrógeno en celdas de combustible, éste requerirá una purificación posterior. El consumo energético de los procesos de formación y recuperación es equivalente a un 35 % del contenido energético del hidrógeno (HHV). Podría existir un cierto mercado para el amoníaco sin descomponer, lo cual podría mejorar levemente los aspectos económicos de esta alternativa.

El MCH, que ya está comenzando a ser utilizado para el transporte marítimo de hidrógeno entre el sur de Australia y Japón (Proyecto Eneos / Origin Energy y Proyecto QUT/JXTG), así como entre Brunei y Japón (Proyecto AHEAD), se obtiene mediante una reacción exotérmica entre hidrógeno y tolueno. Es líquido a presión y temperatura ambientes, no es tóxico, no evapora, y para su transporte y distribución puede emplearse buena parte de la infraestructura disponible para hidrocarburos. Al realizar la descomposición del MCH, se recuperan el hidrógeno y el tolueno, que debe ser devuelto al punto de carga, para su reutilización. El consumo

energético de los procesos de formación y descomposición es del orden del 35 / 40 % del HHV del H2.

A modo de conclusión parcial sobre el tema de transporte transoceánico, puede decirse que, si bien los avances experimentados muestran la intencionalidad de los distintos actores de establecer a futuro un intercambio fluido de hidrógeno por vía transoceánica, la cuestión dista de estar tecnológicamente resuelta, y no puede esperarse que esto sirva para traccionar un desenvolvimiento de la producción masiva de hidrógeno renovable en nuestro país, aun cuando las fuentes primarias que podrían alimentar al mismo sigan estando vacantes y resulten, tecnológica y económicamente, cada vez más asequibles.

Algunos otros aspectos analizados a continuación contemplan la posibilidad de comenzar a impulsar diversos mercados locales para el hidrógeno, que provoquen el crecimiento de una estructura de generación, y parte de cuya producción pudiera ser exportada en una segunda instancia, cuando las condiciones estén dadas; pero que no deba esperar a poder acceder a estos eventuales mercados remotos para empezar a desarrollarse.

POSIBLE SITUACIÓN NACIONAL FUTURA

Como ya se mencionó, los esquemas de producción orientados a una futura generación masiva de hidrógeno por electrólisis apuntan a disponer de un gran número de electrolizadores de potencias unitarias intermedias (del orden de 1 a 10 MW), más que a instalaciones de cientos de MW, como se planteaba en el pasado.

Esto coincide además con el concepto de generación distribuida, propiciado por la Ley Nº 27.424, que habilita a los consumidores de electricidad a que se conviertan en generadores a partir de fuentes de energía renovable para autoconsumo y eventual inyección de electricidad a la red. Dentro de esquemas como los allí propuestos, los electrolizadores podrían a la vez contribuir a estabilizar los parámetros de las redes locales, generando a su vez un combustible limpio y renovable.

El punto que aún resta resolver, y para el cual se han propuesto múltiples soluciones, es cuáles serían las formas adecuadas para reconvertir ese hidrógeno para abastecer adecuadamente a los diferentes posibles usuarios finales.

Muchas de las proyecciones a futuro realizadas en la época en que se escribió el trabajo original, preveían una irrupción masiva en el mercado de las celdas de combustible, que pasaban entonces a ser las receptoras preferenciales de este hidrógeno de alta pureza. Si bien es cierto que el desarrollo de las celdas continuó avanzando sostenidamente desde entonces hasta la actualidad, lamentablemente, estos extraordinarios dispositivos, que, mediante una reacción electroquímica, pueden reconvertir el hidrógeno en electricidad y calor útil, no han ingresado en los distintos segmentos del mercado energético en la medida en que se esperaba, ni sus costos han descendido lo suficiente como para convertirlas en una opción atractiva en la mayoría de los casos. La vida útil de estos dispositivos también se ha extendido en el curso de los últimos veinticinco años, aunque tampoco en la medida de lo esperado o deseado. Tampoco se ha terminado de solucionar la necesidad de emplear cierta cantidad de metales preciosos en su fabricación, aunque también se estima que esto se logrará en algún momento.

A la luz de este estado de cosas, se ha optado por buscar otras alternativas para el empleo del hidrógeno:

Para su aplicación en el transporte, se apunta cada vez más a la transformación de ese hidrógeno en combustibles de síntesis, que luego puedan ser almacenados, transportados, y finalmente empleados en motores de combustión interna con más facilidad que el hidrógeno gaseoso original. Esto permitiría a su vez aprovechar buena parte del inmenso parque de vehículos existente (y que engloba a automóviles y camiones, pero también a buques y equipos ferroviarios), sin tener que reemplazar a los mismos por unidades completamente nuevas.

Para el abastecimiento de consumos eléctrico y térmicos de tipo domiciliario, han aparecido ya hace tiempo en el mercado distintos equipos de cogeneración, basados tanto en MCI como en equipos de ciclo Stirling, o bien en microturbinas; cuyo empleo ya está siendo promovido y subvencionado en distintos países (Programa Ene-Farm, en Japón, Programas Ene-Field y PACE en la CEE, Programa QF/CHP, CPUC, California, USA) por considerárselos una solución tecnológica ventajosa. Una eventual operación remota de estos equipos distribuidos, virtualmente irrealizable veinticinco años atrás, podría hoy llevarse a cabo con absoluta facilidad.

Para la regeneración del hidrógeno en energía eléctrica, con fines de respaldar a las grandes redes, así como para generación de calor con fines industriales, existen ya en el mercado numerosas turbinas capaces de quemar H2 puro, y en distintas escalas de potencias.

Por último, y en caso de que hubiese excedentes de hidrógeno no utilizables localmente, los mismos podrían ser inyectados en gasoductos troncales, de modo que su contenido energético pudiese ser recuperado posteriormente con alta eficiencia en las grandes centrales de cogeneración ya existentes. Esta opción se ha estudiado exhaustivamente, habiéndose determinado que mezclas de H2 en gas natural, por debajo del 5%, no requieren adaptaciones ni de los gasoductos, ni de los equipos térmicos existentes, ni comprometen la seguridad de operación de los mismos.

CONCLUSIONES

Puede decirse que las conclusiones de aquel trabajo original, en cuanto a la factibilidad técnica y económica de producir hidrógeno localmente, a partir de recursos renovables superabundantes, y que no podrían ser aprovechados de otra manera, continúan siendo válidas y vigentes.

El modo de realizar esa producción, y el posterior empleo del hidrógeno generado difieren de lo propuesto originalmente, a partir de lo aprendido en el tiempo transcurrido desde aquel momento al presente. No obstante, el hidrógeno se sigue perfilando, a mediano y largo plazo, como una alternativa prioritaria para abastecer diversos mercados energéticos en forma renovable y ambientalmente sustentable.

Sería oportuno, entonces, disponer de alguna legislación que fomentara y reglamentara el empleo amplio de esta alternativa energética, como ya se ha hecho, con éxito, en otras partes del mundo.

El autor desea dedicar este artículo a la memoria de los Ingenieros Erico Spinadel y Sabas Luis Gracia Nuñez, autores del trabajo original, quienes tuvieron la visión de comenzar a analizar las ventajas locales que podía presentar la tecnología del hidrógeno, muchos años antes de que el tema se popularizara.

ARGENTINA, EL KUWAIT DEL SIGLO XXI:
"EXPORTACIÓN" DE VIENTO PATAGÓNICO MEDIANTE HIDRÓGENO LICUADO (1997 – original)

El presente trabajo fue realizado en 1997, y presentado en la Conferencia Mundial de Hidrógeno que se hizo en Buenos Aires en junio de 1998. El original fue redactado en inglés. Lo publicamos en este dossier sobre Hidrógeno, en homenaje al Ing. Erico Spinadel, recientemente desaparecido y a sus autores, pioneros del estudio del hidrógeno en la Argentina

ERICO SPINADEL - FLORENCIO GAMALLO – SABAS LUIS GARCÍA NÚÑEZ, PABLO SPINADEL – MÓNICA CERVINO
GRUPO DE ENERGÍAS NO CONVENCIONALES,
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA, INSTITUTO DE ENSEÑANZA
SUPERIOR DEL EJÉRCITO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN, CEPER, EEM NICOLÁS COPÉRNICO

RESUMEN

En esta nota, los autores anticipan un trabajo que presentan al XII Congreso Mundial de Hidrógeno. Consiste en un estudio de los costos de diferentes etapas del proceso de generación, almacenamiento y transporte de hidrogeno liquido (LH2) a baja temperatura, obtenido a partir de energía eólica en la Patagonia Argentina.

Tomando valores que surgen de proyectos análogos actualmente en ejecución en otros países, los mismos se aplican a la situación particular de la generación local, descripta en trabajos previos de los mismos autores, cuyas ventajas quedan en evidencia.

Es por ello que los autores consideran seriamente la posibilidad sugerida por el título del presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

Entre los principales obstáculos que presentan las fuentes no convencionales para proveer energía a los grandes centros de consumo debe mencionarse su variación a lo largo del tiempo y la distancia que media, en la mayoría de los casos, entre las zonas de producción y los centros de consumo. Resulta por ello sumamente dificultoso poder despachar una usina eolo - eléctrica en un sistema interconectado, lo que al mismo tiempo obliga al operador de este sistema a disponer de una mayor reserva caliente para poder garantizar el servicio.

Las regiones del planeta que cuentan con una alta disponibilidad del recurso eólico o solar son, por este mismo motivo, en general poco aptas para el establecimiento de núcleos poblacionales, los que tienden a formarse en regiones con características climáticas menos agresivas.

Estos inconvenientes pueden salvarse si estas fuentes se emplean para generar algún elemento vector energético intermediario, acumulable y transportable, que luego pueda ser empleado para regenerar la energía originalmente captada.

Las ventajas del hidrógeno para cumplir esta función, que ya han sido ampliamente tratadas por otros autores [Ref. 1 y 2], y el estado de avance de las diversas tecnologías relacionadas en su empleo como reemplazante de los combustibles fósiles permiten afirmar que este será el vector energético a aplicarse en el futuro.

Es dable pensar que el recurso eólico disponible en la Patagonia Argentina, no obstante todas las interferencias que pueda llegar a ocasionar la corriente del Niño, seguirá superando ampliamente la posible demanda local futura, aun cuando se consideren las proyecciones de consumo no solo de la red troncal actualmente existente, sino la de una eventual macro red que integre el sur de Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina y parte de Chile.

ANTECEDENTES

En un trabajo previo de este mismo grupo [Ref. 3] se demostraron las ventajas de emplear hidrógeno gaseoso como medio para acumular y transportar la energía extraída del viento patagónico hasta los centros de consumo. Este método permitiría inyectar al sistema un volumen de energía mayor que el que podría suministrarse por medios convencionales (conexión por líneas de alta tensión, tanto en CA como en CC).

La superabundancia de energía eólica permitiría también la producción de hidrógeno líquido, que podría ser enviado por vía marítima a distintos centros de consumo futuros, a costos altamente competitivos [Ref. 9].

La secuencia propuesta, consistente en la generación de energía eléctrica mediante máquinas eólicas, su empleo para la generación de hidrógeno gaseoso por electrólisis, la licuefacción de este a bajas temperaturas, su acumulación en depósitos ultra aislados, y su posterior despacho por medio de buques especialmente diseñados, es similar a los esquemas propuestos tanto en el Proyecto Euro-Quebec [Re. 5 y 6} y en el proyecto WE-NET [Ref. 7].

En el Proyecto Euro-Quebec se plantea la utilización de los excedentes de energía hidroeléctrica en la región atlántica del Canadá para generar hidrógeno líquido que será luego enviado al norte de Alemania. En el proyecto Hysolar se propone la alternativa de emplear hidrógeno licuado para transportar al norte de Europa la energía solar fotovoltaica captada en los desiertos de norte de Africa. El Proyecto WE-NET, sin ubicación geográfica definida, se basa en el aprovechamiento de diferentes fuentes primarias (solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica) para proveer al Japón de un suministro de hidrógeno que le permita reemplazar el empleo de combustibles fósiles, de los cuales carece.

CÁLCULO DE COSTOS

Se analizan en el trabajo presentado al XII Congreso sucesivamente diferentes costos, a saber:

C1 – **Costo de la Energia Eléctrica;**

C2 – **Costos de Capital de la Planta de Electrólisis y Licuefacción;**

C3 – **Costos de Operación y Mantenimiento de la Planta;**

C4 – **Costos de Acumulación;**

C5 – **Costos de Transporte**

a) En buque tanque;

b) En contendores.

con los siguientes resultados.

RESULTADOS FINALES Y CONCLUSIONES

El costo final de metro cubico de LH_2 patagónico, obtenido de la manera propuesta, asciende a:

US$ 175,38 + US$ 26,20 / 1000 millas, transportado en buques tanque, o;

US$ 146,42 + US$ 35,15 / 1000 millas, de usarse portacontenedores.

Como comparación con los costos del Proyecto Hysolar [Ref. 5]: 283 a 425 US$ / m3 LH_2; y con el proyecto Euro Quebec donde el costo neto de generación puede suponerse de [Ref. 2 y 4] : 124,5 a 170,6 US$ / m^3 LH_2; nuestros costos de generación resultan altamente competitivos. Esto es comprensible, ya que el recurso eólico en nuestra Patagonia es alto y el costo del capital invertido para los equipos es bajo frente al requerido para generación fotovoltaica. Sin embargo y pensando en el mercado europeo, no nos beneficia la distancia de transporte con relación a los otros dos proveedores tomados como referencia. Ello, no obstante, considerando la ineludible realidad de un mercado energético basado en el vector Hidrógeno para el próximo siglo, a nivel global, el presente estudio indica las grandes posibilidades que se ofrecen a la economía argentina para abastecer otros futuros mercados como Sudáfrica y el Extremo Oriente, mas cercanos a nosotros que a los otros proveedores tomados como referencia.

REFERENCIAS

1 "Hidrógeno Solar – Energía para el Futuro" por E.W. Justi y J. O'M, Bockris, Ed. Marcombo S.A. Barcelona, España, 1985;

2 "Der sauberste Brennstoff – Der Weg zur Wasserstoffwirtschaft", por Rudolf Weber, Ed. Olyntus, Oberzborger, Suiza;

3 "Transmisión de energía Eolo – eléctrica generada en la Patagonia a los centros de consumo utilizando el vector energético hidrógeno" por S.L. Gracia Núñez, E. Spinadel y F. Gamallo. Anales del II Congreso de Generación y Transporte de Energía Eléctrica, Mar del Plata, Rep. Argentina, 1995.Tambien presentado como "The transmisión of wind power generated in the Argentine Patagonia, to the consumption centres, using the hydrogen energy vector" en la EUWEC '96 – European Union Wind Conference 1996, Göteborg, Suecia. Una versión modificada de este trabajo en castellano se publicó también en la Revista Ingeniería Militar Año 12, N.º 28.

4 "Energietrager Wasserstoff – Mobilitat, Warme, Strom" por el Unternehmensgruppe TUV Bayern, Verlag, TUV Bayern, Sachsen, Munich, Republica Federal de Alemania, 1996.

5 Renewable Energy – Sources for Fuel and Electricity" por T. Johansson, H. Kelly, H. Reddy y R. Williams (editors), Island Press, Washington D.C., EE.UU., 1993

6 Hysolar – German – Saudi Joint Program on Solar Hydrogen Production and Utilization", por H. Steeb y H. Aba, Deutsches Luft – und Raumfahrt e. V. Stuttgart, República Federal de Alemania, 1996.

7 International Clean Energy Network using Hydrogen Conversion – World Energy Network (WE-NET). New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo, Japon, 1996.

8 Comunicación directa enviada por Kvaemer Maritime a.s, Lysaker, Noruega, 1996.

9 "Exportación" de viento patagónico mediante hidrógeno licuado, por E. Spinadel, F. Gamallo, S.L. Gracia Núñez, Ingeniería Militar, Año 14, N.º 32, abril 1997. Una versión modificada de este trabajo se publicó también en la Revista Ambiente y Sociedad, Año 2, N.º 8, mayo 1997.

RECORDANDO A **ERICO SPINADEL**

PABLO SPINADEL
Ph.D. in Industrial Flexible Automation.
Vienna University of Technology, Austria

Mi nombre es Pablo Spinadel (https://www.linkedin.com/in/pablospinadel/), uno de los cuatro hijos de Vera y Erico Spinadel. Luis Rotaeche me solicitó que escribiera unos párrafos sobre mi Padre, para su publicación en la Revista Proyecto Energético del Instituto Argentino de la Energia G. Mosconi, acompañando la re-publicación del artículo que el escribiera hace ya años sobre el Hidrógeno limpio de La Patagonia.

De común acuerdo, decidimos hacerlo principalmente sobre la persona, mas que sobre el profesional. Comparto con ustedes aquí algunos de mis recuerdos de mi padre, pero sin poder excluir al amor de su vida mi Madre…

LOS ORÍGENES

Mi Padre nació en 1929 y se crió feliz y despreocupado en medio de una familia de buen pasar en Viena, Austria. Mi abuelo, era viajante de comercio internacional y recuerdo las fotos que vi de él, en el año 21 o 22 en la India, en medio de un gran grupo de colegas de la India, tomando el té, todos vestidos de blanco y con un enorme abanico de plumas por encima de ellos que era movido por al menos dos personas… U otra foto, tomando nuevamente el té, también de punta en blanco, pero ahora en la terraza del Hotel Palace en Rio de Janeiro posiblemente en el año 23… En 1925 mi abuelo estuvo por tercera vez en Buenos Aires y como su barco salía temprano a la mañana siguiente, se fueron de copas con su gran amigo Roberto Arlt. Al amanecer, ya bastante pasados de copas, decidieron emprender la caminata hacia el barco y de pronto se encontraron frente al departamento de policía, frente al cual Roberto, borrachos como estaban, le propuso que se llevara como recuerdo de Buenos Aires una cédula de identidad que tramitaron y obtuvieron en el momento. Ese “souvenir” le salvaría la vida años después…

Vuelto a Viena, se caso con mi abuela, católica, con antecedentes en la nobleza Austriaca, que se convirtió temporalmente al judaísmo para poder casarse, dado que mi abuelo era de origen judío y tuvieron su único hijo “Erich”.

La vida de mi Padre dio un vuelco gigantesco luego de que Austria fuera lamentablemente "anexada" por Hitler. Mis abuelos claramente no simpatizaban con Hitler por infinitos motivos, incluyendo los religiosos y recuerdo que siempre repetían eso de Dios se equivocó dos veces, una al hacer nacer a Hitler en Austria y la segunda al hacer nacer a Beethoven en Alemania…

Cuenta la leyenda familiar que cuando tomaron control los nazis, al parecer una tía abuela de mi Padre, o una vecina, depende de las versiones, los denunció por su ascendencia judía para quedarse con su departamento. Por ser católica los Nazis le ofrecieron a mi abuela "quedarse con todo incluyendo su hijo" si entregaba a su marido. Obviamente ella se negó e inmediatamente la Gestapo vino a buscar a mi abuelo y mientras se lo llevaban, a los gritos le dijo a mi abuela que en un baúl del altillo estaba la salvación para todos ellos: ¡La cédula Argentina!

Así fue que el souvenir se convirtió en el salvoconducto para salir de ese infierno y poder viajar a ese lejano país, no sin algunos problemas dado que en el mismo no figuraban ni mi abuela ni mi padre que en ese momento cambio su "jugar feliz sin mayores preocupaciones a sus jóvenes 9 años a festejar la Navidad escondidos en un sótano con sus Padres, frente a una vela" y sin tener demasiada claridad de que sería de la vida de ellos…

Recuerdo cómo se me heló la sangre cuando vi por primera vez, creo que alrededor de mis 20 años, los pasaportes de mis abuelos con un sello negro en todas y cada una de sus páginas, como para que no quedara duda alguna, con una esvástica y un texto que decía "Staatslos"… Apátrida…

SU LUCHA POR LO JUSTO

Con mucho esfuerzo y trabajo mis abuelos lograron salir del conventillo al que fueron a parar al llegar y lograron que mi padre se recibiera en el Otto Krause y entrara a la facultad de Ingeniería para recibirse de Ingeniero Industrial. Mientras estudiaba tenía varios trabajos entre ellos, salir muy temprano a la madrugada a comprar los diarios del día, seleccionar las noticias más importantes, recortarlas cuidadosamente con una trincheta para pegarlas luego sobre una hoja que se transformaría en el resumen de noticias del CEO de una empresa… ¡Todo eso mientras de manera obsesivamente planificada se preparaba su desayuno de panceta con huevos fritos y tostadas! Tenía calculados los tiempos de cada cosa y solía describir mientras recortaba las noticias se cocinaba la panceta y las tostadas en su justo punto, luego mientras pegaba las noticias recortadas completaba friendo los huevos y mientras desayunaba se daba el tiempo justo para que se secara el pegamento y pudiera entregar a tiempo su resumen de noticias…

Entre otras muchas cosas reconozco allí como parte de su herencia, la obsesión por optimizar los procesos, planes y la vida misma que me ha acompañado durante toda la vida…

Alternaba su estudio con las salidas con amigos donde, según dicen, se parecía mucho a Frank Sinatra e intentaba cantar al parecer lo suficientemente bien para lograr impresionar a quienes lo escuchaban, como así también con su salir remar por el Tigre con sus amigos del Club de Regatas La Marina… Fue en una de esas salidas a remar donde se cruzo con otro bote donde remaban dos chicas del Náutico Hacoaj a las que había visto alguna

vez en la facultad y sabia que estudiaban Matemática… Una de ellas era mi Madre que "se enamoró al instante de sus ojos azules" mientras él se enamoro perdidamente también de esa mujer fuerte y segura, que se recibiría de Doctora de Matemáticas en la UBA (¿no se si no fue la primera?) adelantada a su época en muchos aspectos…

Comenzaron el noviazgo y rápidamente quisieron comenzar a salir a remar juntos, pero ni a ella la aceptaban en La Marina por ser judía, ni a él lo aceptaban en Hacoaj por no serlo… Por lo que tomaron la "única decisión lógica" que fue renunciar a ambos clubes y buscar uno en el cual los aceptaran a ambos… Así fue como se hicieron socios del Tigre Boat Club (TBC), un club tradicional inglés que nos acompañó muchos años, saliendo a remar primero en un "triple par familiar" y luego en todos los botes imaginables, hasta "la isla", el pequeño terreno que habían comprado sobre un afluente del Gambado. El TBC me marcó hasta el punto de que las fotos de mi casamiento las hicimos en dicho club muchos años después…

Su lucha incansable y a veces hasta utópica por lo justo es posiblemente otro de los valores que heredé de ellos, que entre otras cosas los llevo a ambos en sus épocas de docencia universitaria a ser "separados" de sus funciones en la UBA tanto por la así llamada "derecha" como por la así llamada "izquierda" …

SU COQUETEO CON LA ENERGÍA

Al recibirse ambos con los máximos honores fueron invitados a trabajar en la Comisión Nacional de Energía Atómica, en la puesta en marcha del reactor nuclear de Bariloche. Trabajaron varios años en el Balseiro y fueron parte, me han dicho fundamental, en la puesta en marcha del primer reactor nuclear de la Argentina.

En el Instituto Balseiro fueron parte de un grupo de brillantes profesionales muchos de los cuales conocí años después cuando fui a hacer mi doctorado en Austria, pues trabajaban en la IAEA (International Association of Atomic Energy) cuya sede se encuentra en Viena… Pero mis padres dejaron el Balseiro y su relación con la energía atómica, cuando nació un hijo que no pudo sobrevivir debido a una malformación genética y muchos médicos lo relacionaron con la exposición prolongada a bajas dosis de radiación…

Así se cerró el capitulo de la Energía Atómica, pero comenzó primero el de la energía eléctrica que lo llevó a fundar su muy exitosa fábrica de transformadores, mientras se apasionaba con el viento saliendo a navegar en su velero "Pegaso", primero con mi madre (que ya estaba desarrollando sus Números Metálicos y su pasión por los fractales y el Chaos) y amigos y luego ya con cuatro hijos en el que fuera su barco de toda la vida el "Gipsy V".

Fue años después que junto su pasión por el medio ambiente, por el viento y por la energía comenzó su pionera tarea en la Energía Eólica, entre otras cosas fundando y co-financiando durante muchos años y hasta su partida su amada Asociación Argentina de Energía Eólica (AAEE).

Como no podía ser diferente la casa familiar de vacaciones en la costa, donde pasamos innumerables y fantásticos veranos se llama "La Ventolina".

Sin lugar a duda también heredé de ambos la conciencia por el medio ambiente y la búsqueda de la Diversidad e Inclusión como única manera de imaginar la vida.

SU AUTO EXIGENCIA Y LA MERITOCRACIA

Siempre fue muy exigente consigo mismo y con los demás. A veces hasta a punto de hacerle la vida complicada a quienes lo rodeaban… A modo de ejemplo recuerdo mi primer examen parcial de Física 1 en la Facultad de Ingeniería de la UBA, donde me saqué un 7 (que fue la nota más alta del mismo y donde más de la mitad reprobó) y a mi enorme felicidad la enfrentó con un lapidario "¿Qué pasó que te sacaste un siete, no estudiaste?"

Pero también lo era consigo mismo, y fue así como a sus 71 años decidió que no podía ser que hubiera solo dos Doctores Spinadel (mi madre y yo que me había recibido de Doctor en Ingeniería) y se puso a estudiar nuevamente para lograr su propio Doctorado que recibió muy orgulloso unos años después…

Fue, al igual que mi Madre, un apasionado por la docencia y dieron clases en la UBA toda su vida. Durante muchos años cuando decía mi nombre frente a un profesional lo más probable era que me preguntaran si "tenía algo que ver con la Doctora Spinadel (los matemáticos, físicos, arquitectos) o con el Ingeniero Spinadel (los Ingenieros) y no solo orgullosamente decía que sí, sino que también herede al igual que mis tres hermanas el "Gen" de la pasión por la docencia… Todos los que los tuvieron como profesores tenían un excelente recuerdo de ellos, de su dedicación, de su profesionalismo y de esa búsqueda de la sabiduría y el trabajo que consideraban esencial en una sociedad meritocrática.

A sus cuatro hijos nos impulsó a completar una carrera universitaria… En mi caso no fue suficiente con ser el segundo Ingeniero de la familia, ¡estoy muy orgulloso de que mi hija ya sea la tercera!

Si bien creo haber mejorado un poco en cuanto a la exigencia sobre los demás, creo que si me quedo fuertemente impregnada la auto exigencia…

Hasta sus últimos días fue extremadamente metódico y estructurado (le llevaba no menos de dos horas levantarse y desayunar en una secuencia interminable de estudiadas ceremonias) pero al mismo tiempo extremadamente creativo, no solo buscando maneras alternativas de resolver las cosas o explicárselas a terceros sino también cuando tocaba deliciosamente o el piano o la armónica sin saber leer una sola nota. Contrastaba con mi madre que también tocaba deliciosamente pero solo podía hacerlo con partitura y cocinaba solo con receta… Aunque a veces se olvidaba cosas en el fuego cuando se ponía al teléfono con alguien de su cátedra a charlar sobre fractales, chaos y números metálicos…

Mas allá del legado profesional que ambos han dejado, con todos sus errores y aciertos, me dejaron un legado de trabajo y esfuerzo en búsqueda de una vida mejor para nuestros descendientes … Espero hoy sean una energía pura, estén juntos quizás entre las nubes, mi madre apasionadamente encontrando formas fractales en todos los Cumulus Nimbus y mi Padre desarrollando soluciones para mover el mundo con energía sustentable…

Tecpetrol
EXPLORAR ES NUESTRO
PUNTO DE PARTIDA.
Ahora te
invitamos
a hacerlo
juntos.
www.tecpetrol.com

APORTES A LA POLÍTICA NUCLEAR DE LA ARGENTINA

DIEGO GRAU
Secretario
INSTITUTO ARGENTINO
DE LA ENERGÍA "GENERAL MOSCONI"

Argentina ha desarrollado experiencia en tecnología nuclear, contando en la actualidad con tres centrales nucleares en operación:

1. Atucha I de 362 MW de potencia, que funciona desde 1974 con uranio natural levemente enriquecido. Reactor presurizado PHWR. (Primera central nuclear de América Latina).

2. Embalse Rio III de 680 MW, sistema tecnológico canadiense CANDU que funciona con uranio natural y agua pesada, recientemente repotenciada. (Funciona desde 1984, repotenciada en 2019).

3. Atucha II, de 745 MW instalados, de uranio natural y agua pesada. Empezó a funcionar en 2006, luego de varios años de paralización.

Las centrales nucleares trabajan produciendo energía eléctrica de base en forma permanente, sin interrupciones. Pueden reemplazar a la generación térmica y contribuir a reducir contenido de carbono propio de la generación térmica y ser un complemento a la matriz energética renovable, ya que no produce gases de efecto invernadero.

Los plazos y costos de instalación de centrales nucleares son muy elevados. Y es preciso evaluar correctamente la competitividad técnica, económica y ambiental frente a las otras tecnologías existentes.

Agregar energía de base con los costos de centrales nucleares debe ser parte de un "Plan Energético Nacional" de largo plazo a ser consensuado políticamente, requiriéndose profundos estudios de factibilidad.

La tecnología de minería y enriquecimiento del uranio, elaboración de combustibles, producción de agua pesada, y la deposición final de material radioactivo son parte de estos necesarios estudios de factibilidad.

Últimamente, se han estado difundiendo posibilidades de construcción de una cuarta central nuclear argentina.

Por un lado, han habido conversaciones y negociaciones entre la Secretaría de Energía con la Agencia Nacional de Energía de China y la Corporación Nuclear Nacional de ese país, para una Central Nuclear china, consistente en un reactor HPR 1000 tipo Hualong de 1.200 MW, tipo PWR (Pressurized Water Reactor, uranio enriquecido y agua liviana). Costo del orden de 8.000 MM U$.

Por otro lado, trascienden las propuestas de Rusia a través de Rosatom (empresa estatal nuclear rusa) para instalar en Argentina una central nuclear grande, o reactores medianos, o una central nuclear flotante. La propuesta sería de construcción y operación, manteniendo Rusia la propiedad de la central y vendiendo energía a precio fijo por 20 o 30 años.

Ninguna de estas opciones responde a lo que necesariamente debe ser parte de una política de estado en materia energética y particularmente nuclear, con un Plan Nuclear inserto en un Plan Energético Nacional de largo plazo, que a su vez este coordinado con las políticas económicas nacionales.

Para ello deben plantearse y definirse, por ejemplo:

- el plan energético estratégico, conforme al perfil de una matriz energética planificada.

- análisis y definición de diferentes tecnologías en materia de futuras centrales nucleares.

- normativas organizacionales para la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Nucleoeléctrica Argentina S.A.(NASA) y empresas vinculadas (Conuar, Dioxitek, Invap, PIAP).

- revisión de otros proyectos, teniendo en cuenta la tecnología y las evaluaciones de factibilidad económica y comercial, las prioridades y las posibilidades de financiamiento. (Entre ellos el reactor Carem, de tecnología nacional, y proyectos para medicina nuclear).

- las políticas para la exploración, explotación y producción del uranio, y el ciclo de combustible nuclear.

- el uso de uranio natural como combustible de las centrales nucleares (como las tres centrales existentes), de modo de no requerirse importación de uranio enriquecido.

- definiciones de agua pesada en Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP), que es requerida cuando se utiliza uranio natural.

- condiciones de seguridad, transparencia en decisiones, que de tranquilidad a la ciudadanía frente a rechazo o temores que puede ocasionar una actividad no coordinada y adecuadamente consensuada.

- plan de manejo y disposición de residuos y pasivos ambientales en el largo plazo, estudio de costos y garantías de seguridad y planes de remediación.

- aseguramiento de condiciones y controles de impacto ambiental conforme a disposiciones vigentes.

- definiciones sobre la minería del uranio, armado de barras de combustible y generación de plutonio (y su empleo como armamento nuclear) que se genera al quemarse combustible de las centrales.

- cooperación nuclear dentro del Mercosur. Se tiene un acuerdo con Brasil desde 2010 entre la CNEA y CNEN para desarrollo de ingeniería conceptual y básica de dos proyectos de reactores similares.

- asegurar la factibilidad técnica, económico- financiera y ambiental de los proyectos.

- los recursos públicos comprometidos para su financiamiento deben serlo por ley y deben definirse los mecanismos que aseguren su disponibilidad a lo largo de la obra.

- participación y desarrollo de la industria nacional, en la incorporación de tecnologías innovativas y competitivas.

En el documento “Lineamientos para una reforma integral del sector energético argentino” el Instituto Argentino de Energía exponía: *“La tecnología nuclear puede ser necesaria para reemplazar nueva generación térmica y alcanzar un sector eléctrico con bajo contenido de carbono. Nuestro país tiene experiencia y buenos antecedentes en el desarrollo, operación y mantenimiento de esta tecnología, por lo cual podemos pensar en que su vigencia tendrá continuidad y puede ser un buen complemento a la matriz energética renovable. Este tema va a requerir una profunda revisión de los costos de instalación, operación, mantenimiento y disposición final de residuos atómicos, de modo de evaluar adecuadamente su competitividad respecto a otras tecnologías”.*

CONSIDERACIONES SOBRE EL PLAN DE ACCIÓN DE NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA APROBADO EL 23-06-2021

ING. VICTOR BOVERI
Ex Gerente de Programación
y Control de Puesta en Marcha
Atucha II

Recientemente Nucleoeléctrica Argentina SA ha aprobado un PLAN DE ACCIÓN adoptando como objetivos prioritarios: completar la negociación que se viene realizando con China para iniciar en 2023 la construcción de una cuarta central nuclear de 1200 M, y rescatar el proyecto de construcción de centrales tipo CANDU con miras a la construcción de una quinta central nuclear de 670 MW con inicio de obra desfasado tres años de la anterior. Complementariamente prestará asistencia a la CNEA en la construcción del Proyecto CAREM de 32 MW que, de ser exitoso, servirá de base para desarrollar luego uno comercial de 100-120 MW.

En principio este plan está alineado con la necesaria evolución de la matriz de generación de energía eléctrica, reemplazando energías contaminantes por energías no emisoras de gases de efecto invernadero (GEI) para poder cumplir con el compromiso asumido de llegar al año 2050 con 0 emisiones netas de gases de efecto invernadero.

Respecto a la construcción de la Cuarta Central Nuclear, NASA viene negociando desde hace unos años un convenio con los chinos que fue mutando desde la construcción de las dos centrales mencionadas, de 1200 MW y 670 MW respectivamente, con una gran componente de bienes y servicios de origen local, a una sola central contratada llave en mano con baja participación de empresas locales en carácter de subcontratistas.

Para seguir avanzando NASA ha fijado como prioridad de su accionar la presentación de los informes requeridos para la Priorización del Proyecto por parte de la Secretaría de Asuntos Estratégicos de la Presidencia de la Nación.

Creo que es altamente conveniente para Argentina que este informe contemple la posibilidad de lograr un acuerdo con los chinos por la provisión de los equipos principales como la isla nuclear, la turbina de vapor, la ingeniería básica, la asistencia al desarrollo de la ingeniería de detalle, la necesaria transferencia de tecnología que asegure poder realizar la operación y mantenimiento durante su vida útil, la financiación del 80 % del costo total de la obra y NASA conservar la figura del ¨Ingeniero¨ dirigiendo y administrando la obra, contratando directamente los bienes y servicios de origen local.

Es probable que realizar la apertura de un contrato ¨llave en mano¨ separando la contratación de importación de los contratos locales traiga aparejado algunos inconvenientes, pero también es cierto que la mayor participación de bienes y servicios locales tanto durante la construcción de la central como durante la vida útil traerá aparejado la posibilidad de un crecimiento técnico y un desarrollo económico sentando las bases para una mayor participación local en la implementación de un plan nuclear de largo plazo y, por qué no, en la exportación de los bienes y servicios desarrollados.

La energía de origen nuclear se caracteriza por ser de capital intensivo, largo plazo de instalación, tiene

una larga vida útil y bajo costo variable de generación que hacen difícil la evaluación de proyecto siguiendo métodos tradicionales. Pero antes de iniciar la obra es necesario tener claro la tecnología adoptada, cual es el impacto social y ambiental durante su vida útil, **saber cuánto nos va a costar, como se va a financiar**, cual es la tasa total de financiación, cuanto tiempo llevará su construcción y puesta en servicio, su ciclo de vida y como va a ser su cierre definitivo.

Cuanto más detallado sea el informe, menor será la posibilidad de tener imprevistos y mayor la certeza de poder hacer una obra con la calidad prevista, en el tiempo previsto y al costo previsto.

El proyecto de construcción de la Quinta Central Nuclear tipo CANDU, y otros proyectos nucleares que pudieran seguirle, deben pasar satisfactoriamente los estudios mencionados para la Cuarta Central antes de decidir el inicio de obra.

La construcción de estas nuevas centrales son eslabones que forman parte de una necesaria planificación nuclear de largo plazo que a su vez debería ser parte de un Plan Energético Nacional que cumpla, o al menos se acerque, con el objetivo de llegar al año 2050 con 0 emisiones netas de gases de efecto invernadero.

El Plan de Acción también menciona la finalización del proyecto CAREM. Considero que NASA ha logrado una gran y exitosa experiencia técnica con la finalización del montaje y puesta en marcha de Atucha II por lo cual puede participar activamente en la terminación de este proyecto fijando un cronograma de obra y su consecuente cronograma financiero que, con un adecuada instrumentación, ponga en operación el CAREM en la facha más temprana posible.

Teniendo en cuenta que todo emprendimiento de generación nuclear compromete financiera, económica, social y ambientalmente a la Argentina por al menos 100 años, creo que la decisión para afrontar semejante compromiso debe estar respaldado por un sólido estudio de factibilidad integral, debidamente auditado, sometido a Audiencia Pública, ser parte de un Plan Energético Nacional con categoría de Política de Estado y el inicio de obra contar con aprobación por ley del Congreso Nacional.

SITUACIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE MEDIDORES INTELIGENTES Y LA EXPERIENCIA DE DISCAR

El incipiente desarrollo de la Red Eléctrica Inteligente en el país, es un camino que se acelera día a día y la provisión nacional es una realidad insoslayable, con características tecnológicas que le otorgan un muy buen posicionamiento competitivo para servir a las empresas eléctricas distribuidoras.

ING. ATILIO A. GELFO
PRESIDENTE, DISCAR SA

Para hablar de medición eléctrica inteligente en nuestro país, me interesa comenzar por los lineamientos estratégicos dados en el Planeamiento Argentina 2020 del MinCyT, del año 2013 en el cual se incluyó específicamente la descripción del objetivo:

"!20. Generación distribuida de electricidad (redes inteligentes) Mejoras de la eficiencia de las redes en sí, su operatividad, manejo inteligente y efectos ambientales e introducción de la problemática del uso de fuentes renovables de energía y generación distribuida "

"2013 - AÑO DEL BICENTENARIO DE LA ASAMBLEA GENERAL CONSTITUYENTE DE 1813"

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

SECTOR ENERGÍA

PERFIL DE PROPUESTA: DESARROLLO DE SISTEMAS DE REDES INTELIGENTE DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD, CON INTERCONEXIÓN DE GENERACIÓN CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA, Y/O MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DE LAS REDES ELÉCTRICAS EXISTENTES.

1. Antecedentes

El Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) abarca todas las acciones que se realicen en las diversas etapas del quehacer energético para optimizar su uso, partiendo de los recursos, pasando por los servicios, hasta llegar al nivel de los consumidores. En otras palabras, es el manejo planificado, desde el punto de vista técnico-económico, de la energía requerida para la producción o la prestación de un servicio y que concede especial atención a la protección del medio ambiente. El consumo de energía es el último eslabón de una cadena de decisiones y acciones, por lo que es necesario su análisis dentro del contexto social donde ocurre. El empleo de redes inteligentes para la transmisión y distribución de electricidad es una parte importante del eslabón energético donde es posible realizar un ahorro considerable a través del Uso Racional y Eficiente de la Energía (UREE) que incluya toda la cadena desde la conexión del generación a la red hasta el usuario, final incluyendo modificaciones de las costumbres de la población en el uso de la electricidad.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva

Las redes inteligentes tienen tres componentes primarios: facturación inteligente (smart metering), la infraestructura de la red y el sistema de control (grid intelligence), y una gestión inteligente de datos (utility IT)

A partir de ese marco referencial tenemos las pautas a qué nos estamos refiriendo con el título Advanced Metering Infrastructure, y el alcance esperado de la inclusión de esa tecnología en las redes de distribución de BT.

Los industriales que transitamos senderos de innovación solemos estar especialmente atentos a las situaciones de mercado que abren las posibilidades a nuestras empresas, y claramente se puede decir que esta declaración del MinCyT en el año 2013 fue una señal importante. Las tecnologías AMI tenían a ese momento diferentes grados de madurez en el mundo; si bien las normativas le corrían a la zaga, distintos tipos de convergencias de medición-telecomunicaciones se estaban instalando con buen éxito, y escalando no sólo cuantitativamente sino en las nuevas facilidades de gestión que se abrían para la administración de la distribución, tanto en flujos energéticos como en activos.

A inicios del milenio, de la mano de la necesidad de eficiencia energética, y de la generación distribuida las consideraciones de instalación de redes inteligentes tomaban cada vez más cuerpo, a la vez que paradójicamente por cuestiones principalmente tarifarias se iniciaba una época de desinversión del sector eléctrico en Argentina.

Un primer proyecto pero sólo a nivel de Grandes Usuarios MEM, fue articulado por CAMMESA con un aproximado de 5000 puntos de medición con tecnologías de módems en RF, para disponer en tiempo real las demandas principales del país en su centro de despacho de cargas en Pérez, Pcia. de Santa Fe.

Similarmente a lo ocurrido en EEUU, fueron las distribuidoras pequeñas y medianas (Generalmente organizadas como cooperativas) las que primeramente incursionaron en innovar con AMI en sus redes de distribución. Tal fue el caso de algunas cooperativas que adoptaron la tecnología comercializada por importadores del sector y que debido a cambiantes situaciones de mercado y del país, discontinuaron su oferta y de ese modo, sepultaron los proyectos.

Siendo que a diferencia de décadas anteriores donde primaba la electromecánica en la medición eléctrica, en estos últimos decenios ha sido la tecnología electrónica la que ha ocupado ese rol y más aun introduciendo la convergencia con la comunicación; debemos reconocer el cambio de reglas de juego en la disponibilidad de recursos para gestionar las redes de distribución.

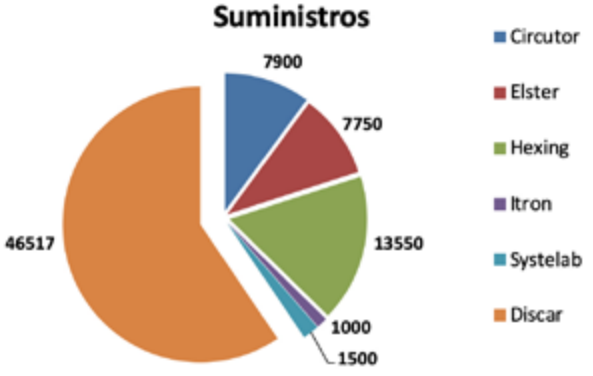
Mientras los SCADA tradicionales abarcaban hasta un límite económico/fáctico de la MT, la disminución de costes y facilidades de comunicación hacen posible la medición y control en tiempo real del universo de usuarios individualmente.

Sin ahondar en los eventos puntuales acaecidos en estos últimos 20 años, el panorama actual puede sintetizarse como sigue:

ESTADO DE INSTALACIONES DE REDES INTELIGENTES EN ARGENTINA

Fuente: "Overview of the status of smart metering systems in Argentina and future perspectives" -2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) -IEEE.org IEEE Xplore Digital Library IEEE-SA IEEE Spectrum (CONICET/UN MDP)

Marcas	Circutor	Elster	Hexing	Itron	Systelab	Discar
Suministros	7.900	7.750	13.550	1.000	1.500	46.517
TOTAL : 78.217	10,1%	9,9%	17,3%	1,3%	1,9%	59,5%



Nota: se consideran únicamente los suministros operando en REI (telegestionados)

Haciendo una actualización de estas cifras al año en curso sobre la información de DISCAR S.A y siempre sobre medición inteligente con telegestión podemos inferir:

	DISCAR S.A.	Otras marcas
Suministros en Operación	78000	40700
Nuevos Proyectos	32000	54000
Proyección al 2022	110000	94700

De este despliegue de Red Eléctrica Inteligente en Argentina, nuestra firma, con el 97% de participación en la provisión de origen nacional y el 59.5% de participación total en el mercado ha sumado diferentes experiencias de gestión de redes a través de las facilidades tecnológicas, en estrecha interacción con los profesionales de operación de las distribuidoras.

Estas experiencias van constituyendo un acervo de mejores prácticas que son vividas localmente en nuestro entorno y con nuestras particularidades, lo que les da el valor de soluciones reales al alcance de las distribuidoras. Detallaremos algunas de ellas, sucintamente, ya que desarrollarlas excede el alcance del presente artículo, pero sí podremos mencionar su impacto en mejora de la gestión. Me permito destacar que las experiencias a mencionar no son "teoría" de redes inteligentes sino total casuística de las aplicaciones en nuestros clientes.

El despliegue de medición inteligente en los usuarios cambia drásticamente la gestión de red, permitiendo resolver situaciones macro, como la adquisición de datos para campañas de adecuación tarifaria , hasta lo micro del registro histórico individual de eventos del usuario, que permite dirimir reclamos con alta calidad de respuesta. El tratamiento de respuesta al usuario presenta un importante salto de calidad al disponerse en tiempo y forma de la información adecuada.

La comercialización de la energía es un aspecto que se ha potenciado con la REI. Tanto en el servicio tradicional, en el que se facilita la gestión de seguimiento de morosidad, corte y reconexión, al ser operado remotamente; disminuyendo el costo social y operativo de la acción. Como en los servicios de modalidad prepaga con venta y carga virtual de saldos, logrando adaptar la modalidad a la preferencia del cliente. En una investigación presentada en el año 2015 en el CONICET se demostró que la facilidad prepaga, -originalmente pensada para sectores de menores recursos o con problemas de morosidad-, si se ofrecía libremente, era adoptada por una porción de los suministros con independencia de su realidad socio-económica, con impacto en la concientización y responsabilización sobre el consumo. Esto se logró gracias a que la tecnología actual ofrece medidores polifuncionales (no exclusivos prepagos/pospagos), con configuración flexible y con interfaz celular para el cliente. Por último y en virtud de que nuestros medidores a nivel residencial, también incluyen hasta seis bandas de tarifas, el servicio queda atento a que se produzca el cambio regulatorio que permita el cobro de tarifa por hora de uso en todos los segmentos.

Otra innovación de impacto es la facilidad de brindar información a través de dispositivos móviles con sistemas Android. Se disponen aplicaciones que facilitan la gestión de operación y mantenimiento de las redes para el personal técnico; y aplicaciones diseñadas no solo para informar y educar al usuario del servicio, sino para transformarlo en un actor con capacidad de decisión en la cadena comercial: puede conocer la carga conectada a la red y entender la relación de esta con el consumo, también puede conocer el consumo acumulado en presente período al momento de la consulta y tomar decisiones antes del cierre del mismo…

Otro gran salto que permitieron las REI ha sido la incorporación técnico comercial de la generación distribuida, con medición bidireccional y categorizaciones de usarios-generadores o prosumidores . Facilidad que en el caso de los medidores Discar es permitida con el mismo equipo, adecuadamente configurado.

Esta enumeración acotada de facilidades que se incorporan actualmente por parte de las distribuidoras a sus usuarios, nos ponen frente a nuevas formas de brindar el servicio eléctrico, tanto comercial como técnicamente, permitiendo disponer herramientas de eficiencia eléctrica y de gestión. Este universo nuevo de posibilidades requiere de nuevas habilidades, tanto en disciplinas blandas de comunicación y conductuales como en manejo y minería de datos que describen profusa y relacionalmente las realidades técnicas de la distribución eléctrica.

La medición de subestaciones de distribución merece un párrafo aparte, a la información de las variables eléctricas se suma la disponibilidad de gráficos del factor de uso del transformador, reportes de calidad de servicio y producto, comparación de perfiles de carga en distintos momentos de tiempo,… facilidades que permiten un seguimiento ajustado de la calidad de energía disponible en las mismas así como una cuidadosa gestión de activos, optimizando su aprovechamiento y cuidando su vida útil.

Se han provisto aplicaciones de "medición de frontera" entre distribuidoras para resolver el tráfico de energía entre empresas eléctricas.

Finalmente, he de destacar que ha sido criterio de Discar, que las Universidades y Laboratorios nacionales participen en la gestión de los nuevos conocimientos y habilidades. Por ello se suscribieron convenios y se donaron equipos y sistemas de gestión a universidades, lo que produjo tanto trabajos de tesis de grado y posgrado, como papers y ponencias científicas a congresos. Todos ellos mediados por la disponibilidad de información disponible en REI´s reales de Argentina.

De estos trabajos podemos destacar : el pronóstico de carga de subestaciones y su predicción de vida útil, la predicción de demanda, la correlación de demandas y datos del clima, gestiones integrales de alumbrado público y la aplicación de bases de datos masivas para análisis tarifarios, entre otros.

Una política agresiva de up-date tecnológico se consigue con fuerte inversión, lo que está entre las prioridades de DISCAR, por ello ha logrado alcanzar el 7° lugar en el ranking nacional del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación por su inversión en I+D en el rubro aparatos eléctricos.

Definitivamente concluimos que el incipiente desarrollo de REI en el país, que actualmente no alcanza al 1,5% de los suministros, es un camino que se acelera día a día y que la provisión nacional es una realidad insoslayable, con características tecnológicas que le otorgan un muy buen posicionamiento competitivo para servir a las distribuidoras de nuestro país.

www.discar.com

Información comercial: walmada@discar.com

Genneia

EL FUTURO YA ES PRESENTE.

Somos la compañía líder en energías renovables en Argentina. Generamos más del 20% de la energía eólica nacional. Operamos 7 parques eólicos y 1 parque solar. Invertimos + de 1100 millones de dólares en renovables. Desarrollamos el emprendimiento eólico más grande del país: el Parque Eólico Madryn, de 222 MW de potencia. Genneia, más de 850 MW renovables instalados. Energía limpia para abastecer a 800 mil hogares y reducir en 1,8 millones de toneladas las emisiones de carbono. Estamos en constante generación.

POLÍTICAS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

El desafío que enfrenta la humanidad ante la transición energética exige aplicar medidas de Política que produzcan cambios importantes en muchos sectores al mismo tiempo, generando un flujo financiero hacia las economías más débiles, que afecta y debe ser resuelto por todos.

ING. LUIS JOSÉ FLORY
Coordinador Comision Hidroelectricidad del IAE

INTRODUCCIÓN

La transición energética deberá estar formulada a través de una serie de programas políticos de transformaciones sectoriales muy amplios. Es una tarea multifuncional con aspectos muy importantes, no solo en la producción de energía eléctrica sino en áreas como los combustibles, el transporte de cargas y de pasajeros, el urbanismo y la agricultura entre otros. En sus comienzos estas medidas se limitaron a promover cambios en los servicios públicos de electricidad, donde la acción del Estado aparece como un resorte inmediato para generar intervenciones, Sin embargo, estos cambios han sido muy limitados, en la Argentina y en el mundo, y sus efectos sobre el cambio climático son poco alentadores.

Debe tenerse presente que todos los modelos matemáticos en operación nos indican que las medidas que estamos tomando son insuficientes y que sería necesario un cambio importante en muchos aspectos al mismo tiempo para lograr objetivos aceptables.

En una enumeración, seguramente incompleta, las principales variables a considerar en estos modelos para las proyecciones de las emisiones futuras son las siguientes:

a) Crecimiento de la población humana

b) Crecimiento del ingreso per cápita

c) Eficiencia energética y mejoras tecnológicas

d) Uso del transporte público o privado

e) Electrificación de los autos y ómnibus

f) Electrificación del ferrocarril

g) Participación del transporte marítimo y fluvial en el total

h) Sustitución de las fuentes fósiles por fuentes renovables o no emisoras en el consumo de energía

i) Sustitución parcial de la producción de energía centralizada hacia formas auto gestionadas, como los prosumidores y la generación de energía térmica y mecánica de manera individual.

j) Tasa de forestación o desforestación

k) Tasa de variación de la población de rumiantes

Es necesario dotar a los modelos de una base de datos con proyecciones de las variables consideradas y el modelo procesará los resultados para poder prever las emisiones esperables de cada uno de los escenarios estudiados.

Los resultados de todos los modelos permiten asegurar que no estamos ante un problema fácil de resolver. Aún, los escenarios más favorables a la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, con bajas tasas de crecimiento de la población y del ingreso per cápita (muy difíciles de sostener políticamente), así como, tasas de uso de fuentes renovables y de cambios tecnológicos muy superiores a las registradas hasta el presente, arrojan resultados poco satisfactorios desde el punto de vista climático. Es fácil concluir que serán necesarias políticas de cambios importantes en muchos sectores y muchos países para que la humanidad pueda superar este desafío.

Por otra parte, el mundo se encamina al establecimiento de restricciones comerciales derivadas del mal desempeño frente a la transición, por lo que resultados pobres generarán más restricciones futuras para poder exportar bienes y servicios. Además, existen fondos destinados a financiar proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en los países en vías de desarrollo, y se prevé que estos fondos deberían crecer en el futuro para aplicarlos en países bien planificados y con proyectos sólidamente desarrollados. Este requisito no es cumplible por ningún sector ni proyecto argentino, que no resultan elegibles a los fines de acceder a estos recursos financieros. Estos fondos se basan en la necesidad de producir cambios en los países en vías de desarrollo, a los que no les resulta posible disponer de los fondos necesarios para las tecnologías de baja emisión, que resultan intensivas de capital frente a tecnologías más livianas, con menor inversión inicial pero mayores consumos de combustible y, por lo tanto, de emisiones de gases de invernadero. En ese sentido, el consenso resulta en que los países ricos integran los fondos a condición de que financien inversiones de baja emisión en los países en vías de desarrollo.

Por otra parte, existe un amplio consenso sobre la necesidad de aplicar tasas a la emisión de gases de invernadero, sobre tarifas no subsidiadas para alentar el cambio tecnológico y el ahorro de energía en los consumidores. En este sentido, nuestro país presenta tarifas con subsidios siempre crecientes, que es lo contrario de todos los compromisos internacionales.

El actual modelo económico, basado en la explotación y utilización de los combustibles fósiles, deberá ser sustituido en el futuro por otro sustentado en las nuevas energías no emisoras de GEIs, y también en la mayor eficiencia en el consumo de energía, tanto en el transporte como en los edificios y en todas las actividades humanas, en el marco de políticas de población responsable en todo el mundo y una creciente distribución de cada una de las medidas en cada hogar y cada lugar de trabajo.

El desafío que enfrenta la humanidad ante la transición energética exige aplicar medidas de política que produzcan cambios importantes en muchos sectores al mismo tiempo, generando un flujo financiero hacia las economías más débiles para afrontar inversiones muy importantes que tiendan a obtener un resultado exitoso pero que afecta y debe ser resuelto por todos, en un problema global producido por las economías más ricas.

ESTADÍSTICAS FALSAS ES POLÍTICA A CIEGAS

En las últimas décadas el mundo ha fijado su atención sobre la producción de energía renovable, tanto para la producción de energía eléctrica como en sus formas mecánicas y térmicas. La expansión de estos sectores ha marcado la necesidad de sofisticar su cómputo para poder definir políticas públicas adecuadas para la expansión de cada rubro.

La política de incrementar la participación de cada uno de estos componentes exige conocerlos y medirlos, por lo que los sistemas estadísticos se han acomodado para computar, del mejor modo posible cada uno de estos rubros. Téngase presente que han desembarcado en el escenario energético actores importantes como la autoproducción de calor con calefones solares y biomasa, la autoproducción de electricidad con paneles solares y el bombeo de agua con molinos, entre otros. En realidad, estos actores ya existían pero se los marginaba de las políticas públicas y, en muchos casos, de las estadísticas. En las grandes decisiones de la política sencillamente se los ignoraba. Téngase presente que no resulta posible encarar políticas de desarrollo de un cierto sector cuyas dimensiones reales se desconozcan. Toda política sectorial debe comenzar por conocer, como mínimo, la producción actual, las incorporaciones del último año y el objetivo que nos proponemos alcanzar, por ejemplo, en el año 2030.

Las estadísticas argentinas tienden a minimizar e ignorar la participación de la energía renovable en los cómputos porque excluyen, por distintas razones, a la hidroelectricidad, así como a la energía renovable generada en forma de energía mecánica y térmica sin la etapa de producción eléctrica.

En la matriz eléctrica se excluye, del rubro renovables, a la generación hidroeléctrica de centrales de más de 50 MW, a partir de una interpretación errónea de la legislación vigente. En realidad, estas normas nunca negaron el carácter de energía renovable de la energía hidráulica, sino que la excluían de los beneficios de la promoción

que esas normas establecieron. Estas exclusiones abarcaban, igualmente, a toda generación eléctrica renovable no afectada al servicio público, al igual que toda forma de producción renovable que no pasara por una etapa eléctrica. Es decir que las normas no promocionan, por ejemplo, a los paneles solares de centros aislados (como las escuelas rurales), ni al bombeo de agua con molinos de viento, ni a los calefones solares, ni a los biocombustibles. Como puede apreciarse, nadie en su sano juicio afirmaría que no son formas de producción de energía renovable, aunque las leyes de promoción de éstas no las comprendan. Sin embargo, la generación hidroeléctrica es excluida del cómputo porque la ley no las promociona.

En efecto, la razón por la que no se considera a la energía hidráulica como renovable, deriva de que la ley de promoción de la energía renovable 27.191, no promociona centrales hidroeléctricas de más de 50 MW. Este límite fue establecido sin ningún tipo de explicación para su fijación, y carece de todo sustento técnico, económico o ambiental. Cabe preguntarse: ¿Cuál es el bien tutelado por el Estado mediante la fijación de este límite? ¿La poca producción de energía es, para una central eléctrica, una "virtud" que merece el apoyo del Estado? ¿Alguien puede fundamentar que es mejor tener 2 centrales hidráulicas de 30 MW que una central de 60 MW?

Téngase presente que de esta manera se excluye del cómputo al 70 % de la producción renovable de la matriz eléctrica, o sea, se llega a conclusiones permanentemente erradas, como afirmar que se incrementa la producción de energía renovable eléctrica, cuando su producción era porcentualmente mucho mayor hace tres décadas. Debe tenerse presente, además, que este criterio no es aplicado por ningún país ni organismo internacional, por lo que las estadísticas argentinas resultan antiestandar y no pueden ser comparadas con el resto del mundo.

Además, en la matriz energética total, la hidroelectricidad se computa por su equivalente eléctrico y la energía nuclear por su equivalente térmico, de modo que muestran cifras similares, aunque la energía eléctrica hidro triplique a la nuclear. Se parte de la ficción de que las centrales nucleares existen para generar vapor de agua y no para producir electricidad, lo que es totalmente falso pero que disimula el valor de la producción renovable real.

LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA MATRIZ ELÉCTRICA

La Argentina llegó a tener más de la mitad de la producción eléctrica de fuente renovable en la década de 1980 (toda de origen hidráulico). Esa producción viene disminuyendo en términos porcentuales desde ese momento, o sea que hoy la energía renovable tiene una participación menor que hace 30 años, pese a las incorporaciones de producción de centrales eólicas y solares. Ello ocurre en muy pocos países del mundo y representa uno de los fracasos más estrepitosos de la política energética argentina, posterior a 1990.

Como todos sabemos, la hidroelectricidad es energía renovable porque deriva del aprovechamiento del ciclo del agua, que mediante un proceso continuo de evaporación de la superficie, concentración de la humedad en la atmósfera y precipitación en forma de lluvia y nieve, genera un escurrimiento que alimenta los ríos que corren hacia los océanos. Este proceso es resultado de la energía solar y se produce de manera continua.

A lo largo del período de mayor crecimiento de la producción hidroeléctrica, el Estado fomentó su desarrollo con empresas públicas como Agua y Energía Eléctrica, e Hidronor y recursos financieros como los fondos específicos "Chocón Cerros Colorados" y "de Grandes Obras Hidroeléctricas". Este desarrollo tuvo un gran impacto en el interior del país, no solo por el aporte de energía limpia y de bajo costo, sino por el control de las crecidas de los ríos, el desarrollo del riego y la provisión de agua potable y de uso industrial, así como la creación de paisajes de gran interés turístico y deportivo, con fuertes impulsos para el desarrollo de la población. Este gran esfuerzo se diluyó por la adopción de políticas erradas que pretendieron que estos grandes emprendimientos se concretaran sin la intervención del Estado, lo que es obviamente imposible.

Con una visión global, las centrales hidráulicas se han convertido en una necesidad de todos los sistemas eléctricos que incorporan energía interrumpible, como la eólica y solar, ya que su acumulación de energía en los embalses y su velocidad de entrada y salida de servicio, por ser una máquina fría, las convierten en el único respaldo efectivo a escala industrial. Hoy se instalan, incluso, muchas centrales de bombeo, que son complejas en términos económicos y ambientales, en aquellos sistemas eléctricos sin recursos hidráulicos convencionales como los que dispone nuestro país. Estas instalaciones de bombeo responden a la necesidad de disponer de energía que pueda compensar las interrupciones de la generación eólica y solar. En realidad, son un mal sustituto de las centrales hidráulicas convencionales ya que son muy costosas y absorben un tercio de la energía que consumen, pero resultan convenientes en los países sin posibilidad de incorporar nuevas centrales hidráulicas convencionales.

Lamentablemente, a partir de la última década del siglo pasado, se estableció una guerra a las centrales hidráulicas y a las nucleares, por parte de quienes sostenían la necesidad de instalar centrales eólicas y solares, cuando era necesario sustituir a las centrales térmicas para lograr

una verdadera baja de las emisiones de gases de invernadero. Paradójicamente, sectores supuestamente preocupados por la preservación del ambiente pusieron mucho más énfasis contra las hidráulicas que contra las centrales térmicas, de forma que, pese a los logros alcanzados en los desarrollos eólicos y solares no se perciben resultados importantes en la transformación del sector eléctrico.

Como puede apreciarse, la producción total de energía eléctrica de 2018 resulta un 124 % mayor que la de 1990 por lo que no se aprecia un el resultado de la mayor eficiencia en el uso de la energía ni en el menor consumo específico por unidad de producto. En efecto, el crecimiento importante de la población y del producto per cápita produce un fuerte aumento de la generación total. Además, en términos porcentuales, la presencia de la producción eólica y solar, sumada a otras formas renovables menores, no compensan la pérdida relativa de las energías hidráulica y nuclear (esta última no es renovable, pero es no emisora) por lo que la producción térmica pasa de 63.58 % en 1990 a 64.4 % en 2018., es decir que, no solo tiene un fuerte aumento en términos absolutos, sino que se incrementa también de manera porcentual. Nótese que, incluso, la generación térmica en base a carbón tiene un fuerte aumento en términos absolutos pero presenta igualmente un incremento en su participación porcentual, entre los extremos del período analizado.

Es evidente que el sector eléctrico, el más emisor de gases de efecto invernadero y uno de los más regulados de la economía, ha hecho esfuerzos importantes, pero con resultados desalentadores. La estrategia trazada de impedir el desarrollo de nuevas centrales hidráulicas y nucleares y apostar únicamente a la instalación de centrales eólicas y solares es una estrategia absolutamente fracasada. Esto no debería interpretarse como una crítica a la instalación de energía eólica y solar sino como una crítica a la instalación permanente de nuevas centrales térmicas en lugar de facilitar el desarrollo hidráulico y, eventualmente, nuclear.

Fuente	1990		2018	
	Generación GWh	% Generación	Generación GWh	% Generación
Carbón	4,430,352	37,30%	10,159,646	38.06%
Petróleo	1,323,109	11,14%	783,703	2.94%
Gas	1,750,108	14,74%	6,150,200	23.04%
Biocombustible	105,716	0,89%	518,467	1.94%
Residuos	24,141	0,20%	118,773	0.45%
Nuclear	2,012,902	16,95%	2,710,430	10.15%
Hidroeléctrica	2,193,299	18,47%	4,325,111	16.20%
Geotérmica	36,425	0,31%	88,956	0.33%
Solar	-	0,00%	554,382	2.08%
Solar térmica	-	0,00%	11,321	0.04%
Eólica	-	0,00%	1,273,409	4.77%
Mareomotriz	536	0,00%	1,005	0.00%
Total	11,876,588	100,00%	26,695,403	100,00%

Tabla de generación eléctrica por fuente 1990-2018. Elaboración propia en base a datos estadísticos de la Agencia Internacional de Energía.

LA ENERGÍA RENOVABLE EN LA ARGENTINA

El uso de energía renovable tiene una larga tradición en la Argentina, a través de múltiples formas, a pesar de que en los últimos años se difundió la idea de que jamás se usaron energías renovables en la Argentina y que era necesaria una acción fundacional que iniciara la producción de energía renovable, como si se tratara de algo totalmente novedoso. Este desvarío fundacional ha afectado también a otras iniciativas políticas orientadas a los temas más variados que puedan imaginarse.

En contra de estas definiciones fundacionales, merece indicarse que la energía renovable ha tenido usos muy importantes en la Argentina, entre las que merece citarse los siguientes ejemplos:

a) Las centrales hidroeléctricas, cuyo uso, como ya se indicó, se incrementó a lo largo del siglo 20, hasta representar más de la mitad de la generación eléctrica hace tres décadas.

b) La energía eólica para el bombeo de agua destinada a la agricultura y la ganadería, cuyos molinos cubrieron todo el campo argentino hasta convertir a nuestro País en un ícono del uso de la energía eólica. Su uso es tan difundido que es difícil situarse en un punto del campo argentino donde no sea visible un molino bombeador. Sin embargo, siempre estuvo ausente de las políticas oficiales y su uso está, aparentemente, en retroceso frente a bombeadores eléctricos o diesel.

c) La alconafta y posteriormente el biodiesel, para su corte en los combustibles líquidos han sido y continúan siendo recursos cuyo uso es muy importante en la Argentina. La alconafta siguió al principio las oscilaciones de la industria azucarera, para ocupar luego un rol como verdadero recurso energético. En este caso el Estado ha intervenido en distintas oportunidades para su fomento, como en la fijación de porcentajes obligatorios de corte en las naftas y el gasoil, aunque este sector se encuentra actualmente en peligro de retroceder devorado por las internas políticas del oficialismo, que se reflejan en la reciente ley 27.640 donde se reducen los porcentajes obligatorios de corte de los biocombustibles en el gasoil, marcando un retroceso difícil de explicar frente a las normas ambientales del resto del mundo, que siempre se modifican en el sentido de establecer exigencias ambientales más estrictas.

d) La leña para la generación de calor, de uso industrial, en calderas y secaderos, y de uso domiciliario, donde no se cuenta con cifras confiables ni con políticas públicas, que regulen este recurso de manera adecuada para que no se desmonten los bosques naturales y se respeten los criterios agronómicos de áreas para forestación.

Sin duda, varios de estos usos merecerían haber sido objeto de políticas de desarrollo permanentes que permitieran garantizar el crecimiento de cada sector, la formación de técnicos y el desarrollo de industrias nacionales proveedoras. Sin embargo, los vaivenes políticos y económicos han generado subidas o bajadas y ausencias de políticas públicas poco comprensibles. La pérdida de participación de las energías renovables en la matriz energética fue sustituida en todos los casos por aumentos de la participación del suministro de energía de fuentes fósiles, cuyas empresas fueron las verdaderas impulsoras y beneficiarias de la sucesión de errores registrados desde la década del ´90 hasta el presente.

LAS NORMAS DE PROMOCIÓN VIGENTES

Las normas de promoción de la energía renovable se orientaron, en todos los casos, a la producción de energía eléctrica para el servicio público y excluyeron expresamente a la hidroelectricidad, salvo para las centrales muy pequeñas. Las normas tampoco consideran ningún tipo de apoyo para la energía renovable que produzca energía mecánica o térmica. Téngase presente que no abarcan a sectores "estrella" a nivel internacional como los calefones solares que se cuentan por millones en todos los países del mundo., ni a los molinos bombeadores ni a los biocombustibles, entre otros. En efecto, luego de varios intentos fallidos, en setiembre de 2015 se dictó la ley 27.191, modificatoria de la ley 26.190, donde se insiste en restringir el ámbito de la energía renovable, a la producción eléctrica, de servicio público, por lo que no resultan alcanzadas otras formas de energía. Del mismo modo se limita el interés del Estado a las centrales hidráulicas pequeñas. Al mismo tiempo, introduce facilidades financieras concretas para la instalación de nuevas centrales. Esta ley fue reglamentada por el Poder Ejecutivo Nacional mediante el decreto 531/2016. Esta reglamentación generó condiciones muy efectivas para el desarrollo eólico y solar que tuvo un ciclo virtuoso hasta el año 2019 para ingresar luego, en una etapa de incertidumbre financiera que frenó su crecimiento. Además, el precio de la energía eólica y solar se ha tornado muy competitivo en todo el mundo, y hoy, su verdadero factor limitante, no es el precio sino, la estabilidad eléctrica de los sistemas, frente a la producción interrumpible de estos recursos.

En este sentido, en el sistema argentino, no se han hecho previsiones en materia de reserva, transmisión y acumulación necesarias para compensar las interrupciones de estas energías de carácter interrumpible, por lo que resulta muy complejo imaginar que puedan alcanzar una participación significativa, sin afectar la calidad del servicio. En general, se asume que estas fuentes interrumpibles deben ir acompañadas de una planificación rigurosa y que la disponibilidad de potencia hidráulica y acumulación de

energía en embalses es una condición necesaria pero no suficiente para la incorporación de fuentes interrumpibles en proporciones importantes.

CONCLUSIONES

El mundo se encamina hacia el establecimiento de requerimientos ambientales como condición previa de los acuerdos comerciales. Al mismo tiempo se desarrollan fondos de financiamiento que favorecen a proyectos o programas de baja emisión de gases de efecto invernadero y bajo impacto ambiental. Resulta necesario, que la Argentina pueda mostrar procesos continuados de crecimiento del uso de energía renovable, de mayor eficiencia energética y de disminución de las emisiones de gases de invernadero, como una condición para poder encarar cualquier sendero de crecimiento. Además, deberían desarrollarse proyectos con estudios completos y factibilidad técnica, económica y ambiental comprobable para resultar elegibles en las prácticas financieras globales.

Para que la declinación permanente de la participación de la energía renovable se revierta resulta necesario modificar el rumbo de las acciones y no persistir en los errores. En ese sentido, se deberá elaborar estadísticas veraces, que reflejen la real participación de la energía renovable en la matriz eléctrica y en la matriz energética total.

La energía hidráulica debería ser computada como energía renovable, con independencia de la potencia de cada central y abarcada por la política energética con un tratamiento que garantice su crecimiento con fines múltiples para que aporte grandes cantidades de energía renovable barata y segura y actúe como soporte de las interrupciones de la energía eólica y solar, así como control de crecidas, riego, agua de consumo, navegación y entornos favorables para el esparcimiento y los deportes.

Es necesario, además, definir políticas públicas de fomento de la producción de energía renovable, tanto en sus formas eléctricas, como en la producción de energía mecánica y térmica. Esta promoción debería avanzar sin los preconceptos o prejuicios aplicados hasta el presente, que resultan más propios de la inquisición que de la planificación.

En materia tarifaria, no debería subsidiarse de forma indiscriminada a los consumidores, ya que el subsidio del consumo de energía, especialmente cuando se trata de tecnologías de alta emisión de gases de efecto invernadero (centrales térmicas, automotores, aviones, etc.) no favorece su uso racional ni su sustitución por tecnologías más limpias. La reciente extensión del subsidio a las zonas frías en el precio del gas natural, donde se quintuplicó la cantidad de consumidores favorecidos por razones demagógicas, resulta una vergüenza en términos ambientales frente a los compromisos contraídos con el resto del mundo.

La Argentina tiene condiciones inmejorables para aprovechar su gran territorio y su variedad de recursos naturales y climas. Ello nos permitirá extender el uso de la energía hidráulica, eólica y solar, en el campo eléctrico, así como el bombeo eólico de agua para la agricultura y la ganadería, la producción de biomasa, la producción de calor en los calefones solares y la generación solar distribuida, entre los rubros más importantes. En la promoción de estos sectores se deberá privilegiar, además, la obtención de beneficios no energéticos, la minimización del impacto ambiental y el desarrollo de la industria local proveedora de bienes y servicios.

Es necesario evitar la confrontación entre las tecnologías sustentables ya que no está asegurada la mitigación del cambio climático. Resulta muy probable que, aún extremando todos los esfuerzos para incrementar la producción de energía renovable en todas sus formas, controlando el uso racional de la energía, la deforestación y la demografía, incluyendo también a la electrificación del transporte, e incluso, a la energía nuclear, no resuelvan fácilmente la cuestión del cambio climático. En ese sentido, todas las acciones deberían encaminarse a sumar avances positivos y no a entorpecer ciertas tecnologías porque se las considera competitivas de otras igualmente positivas. Cada tecnología tiene su ámbito de aplicación, en el que será eficiente, pero ninguna es capaz de resolver todos los problemas por sí sola. En este caso, como en otros, el Estado debería estar por arriba de las corporaciones sectoriales que confrontan a favor de sus intereses, para dedicarse a promover, exclusivamente, el bienestar general.