

# Posibles áreas de vacancia en investigación y educación para una exitosa inserción de las energías renovables en la matriz energética argentina

**Carla Irene Repetto<sup>1</sup>, Alejandro Cruz Aroca Bavich<sup>2</sup>, Emanuel Quiroga<sup>2</sup>, Jonathan Quiroga<sup>3</sup>, Jacobo Omar Salvador<sup>1234</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Av. Medrano 951 (C1179A-AQ), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Cruz, Av. de los Inmigrantes 555 (CP9400), Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

<sup>3</sup> Universidad de la Patagonia Austral, Unidad Académica Río Gallegos, Av. Piloto "Lero" Rivera y Av. Gdor. Gregores (CP9400), Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina

<sup>4</sup> Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones, MINDEF-CONICET, Villa Martelli (CP1603), Provincia de Buenos Aires, Argentina

*crepetto@frba.utn.edu.ar*

*Recibido el 10 de junio de 2019, aprobado el 30 de julio de 2019*

---

## Resumen

Las energías renovables se presentan como una temática de interés global por su capacidad de reemplazar a los combustibles fósiles, disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero, pero también favoreciendo la independencia energética de países como el nuestro que dependen en gran medida de combustibles fósiles importados. Muchas veces, se espera que las energías renovables traigan nuevas fuentes de trabajo y crecimiento de las industrias locales, sin embargo, para que esto ocurra debe haber personal capacitados e industrias en condiciones de abastecer parcial o completamente la cadena de valor. No todos los países pueden participar de toda la cadena de valor para todas las energías renovables. Cada tecnología tiene diferentes requerimientos, y la intención de este trabajo es analizar si existen, dentro de esta temática, áreas que deben ser especialmente de interés para la ciencia y tecnología en la Argentina.

**PALABRAS CLAVE:** ENERGÍAS RENOVABLES - INVESTIGACIÓN - ÁREAS PRIORITARIAS - TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA - INDUSTRIALIZACIÓN

## **Abstract**

Renewable energy is featured as a subject of global interest for its ability to replace fossil fuels, reducing greenhouse gases production, but also favoring the energy independence of countries, such as ours, spending heavily on imported fossil fuels. Renewable energy is often expected to bring new sources of work and industrial growth, however, for this to happen there must be trained personnel and industries able to partially or completely supply the value chain. Not all countries can participate in the entire value chain for all renewable energies. Each technology has different requirements, and the intention of this work is to analyze whether there are, within this topic, areas that should be of particular interest to science and technology in Argentina.

**KEYWORDS:** RENEWABLE ENERGY - RESEARCH - TECHNOLOGY LOCALIZATION - INDUSTRIAL DEVELOPMENT

## Introducción

En los últimos años, la apuesta de la Argentina por las energías renovables ha crecido considerablemente. Con legislación apropiada para su implantación, y planes de incentivos a las mismas, se espera llegar a un 20% de incorporación de fuentes renovables en la matriz energética nacional para 2025.

Estas políticas no sólo apuntan al cumplimiento con compromisos internacionales para disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino también a renovar una matriz fosilizada, producto del amplio e histórico desarrollo de la explotación petrolera. También busca brindar seguridad energética a un país que en la actualidad enfrenta graves crisis de inversión y abastecimiento. De la mano de éstas, también se espera una incorporación gradual de desarrollo local, con la consiguiente incorporación de nuevos puestos de trabajo.

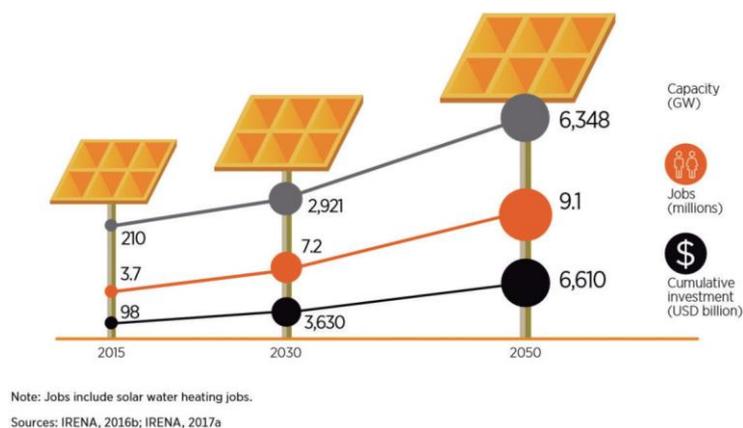
En ámbitos de investigación, se incrementan los grupos y proyectos enfocados en temas de energías renovables, así como el dictado de asignaturas en carreras de grado y posgrado en el área, y diversos cursos y seminarios para la comunidad en general. Dado que la investigación y la educación en Argentina se encuentran financiadas por el Estado, con fondos limitados ¿existirían áreas prioritarias dentro de la temática para estos esfuerzos? Ha sido ob-

jetivo de este trabajo evaluar las posibles áreas de vacancia en investigación y educación, para una exitosa inserción de las energías renovables en la matriz energética argentina.

## Desarrollo

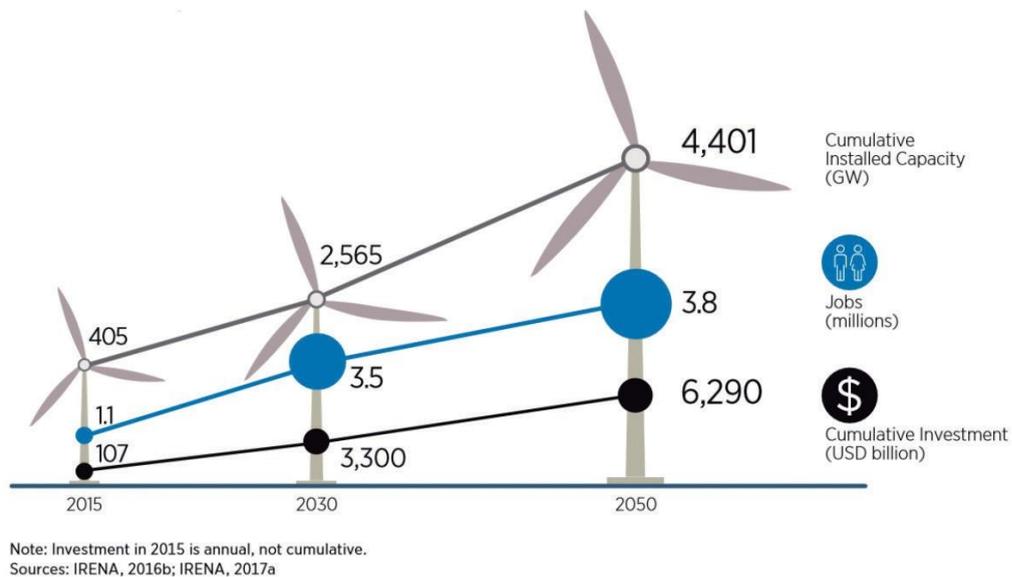
La exitosa inserción de las energías renovables en la matriz energética argentina, supone diversos desafíos a un país cuya matriz energética se encuentra fosilizada. Si bien los proyectos de generación pueden ser adquiridos completamente en el exterior (proyectos llave en mano), el mantenimiento adecuado de las instalaciones, su uso óptimo, y el desarrollo de una industria capaz de abastecer la cadena de valor de las tecnologías comprometidas, reduciendo costos de nacionalización, favoreciendo la incorporación de valor agregado local, y la consiguiente incorporación de mano de obra también local, dependen del desarrollo de competencias apropiadas. ¿Dichas competencias pueden existir sin la adecuada formación de recursos humanos o es fomentada por la apropiación de tecnologías característica de la investigación y desarrollo?

Las estadísticas de IRENA (a y b, 2017) como puede apreciarse en las Figuras 1 y 2, muestran claramente que las energías renovables más difundidas, como la solar fotovoltaica y eólica, prevén incrementos sin precedentes en



**Fig. 1. Estimaciones de capacidad, inversión y empleo acumulados para energía solar fotovoltaica en 2015, 2030 y 2050**

Fuente: IRENA a, 2017



**Fig. 2. Estimaciones de capacidad, inversión y empleo acumulados para energía eólica en 2015, 2030 y 2050**

Fuente: IRENA b, 2017

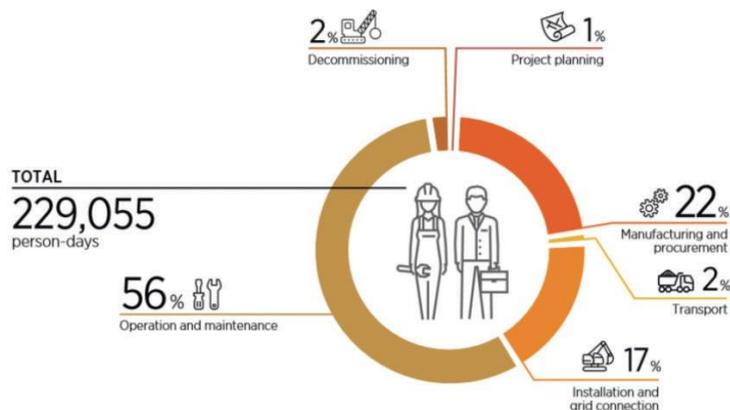
los próximos años, así como una significativa generación de empleos.

Sin embargo, la distribución de estos beneficios económicos y los empleos generados, dependerán del grado de participación en la cadena de valor de dichas industrias. Así, puede apreciarse en Figuras 3 y 4, que un 22% en energía solar, y un 17% en energía eólica, de los empleos generados provienen de la manufactura de distintos insumos de la cadena de valor, empleos que en la actualidad están radicados en países comercializadores de dichas tecnologías. En tanto, 18% en solar, y 32% en eólica, corresponden a empleos en planeamiento, instalación y conexión a la red de estos parques que, a falta de mano de obra local capacitada, suele contratarse, para su ejecución, junto con los proyectos de instalación en otras regiones e inclusive en otros países.

Por consiguiente, de este análisis podría inferirse que los mayores porcentajes de empleo se encuentran en la operación y mantenimiento de los parques. El 48% del costo de operación y mantenimiento solar depende de mano de obra capacitada y operadores altamente capacita-

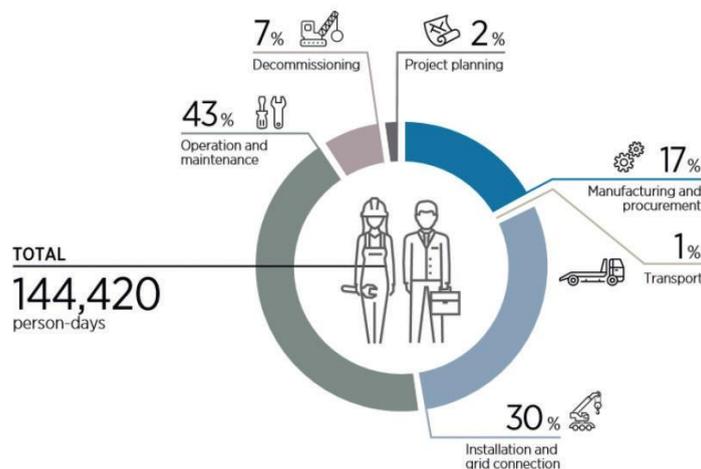
dos, entre técnicos e ingenieros, en tanto en los parques eólicos esto disminuye a un 27%.

En lo que respecta al crecimiento económico asociado a la incorporación de energías renovables, el trabajo desarrollado por Bhattacharya (2016) sugiere que éste podría estar condicionado por el gradualismo en la incorporación de las tecnologías, la intervención estatal, y la capacidad local de producción de energía eléctrica de fuentes no renovables. Así, del análisis del impacto económico de las energías renovables entre 1991 y 2012, si bien la mayor parte de los países afectados se beneficiaron, India, Ucrania, Estados Unidos e Israel, sufrieron impactos económicos negativos. Este impacto se atribuye en algunos casos, al intento de sustitución de combustibles fósiles con alta demanda de mano de obra e insumos producidos localmente, por energías renovables con menores requisitos de recursos humanos y menor consumo de productos locales y sin políticas gubernamentales para favorecer la transición. Si bien este impacto negativo puede revertirse, estos países no encontraron el crecimiento significativo del empleo y la industria como los experimentados por Alemania, España o el Reino Unido.



**Fig. 3. Distribución de recursos humanos, por actividad, a lo largo de la cadena de valor del desarrollo de un parque solar fotovoltaico de 50MW**

Fuente: IRENA a, 2017



**Fig. 4. Distribución de recursos humanos, por actividad, a lo largo de la cadena de valor del desarrollo de un parque eólico de 50MW**

Fuente: IRENA b, 2017

El trabajo de Schmidt y Huenteler (2016) plantea que no todas las formas de energía renovable tienen el mismo grado de requerimientos en cuanto a capacidad de diseño o de manufactura para un país, como puede apreciarse en Figura 5, tampoco todas tienen el mismo impacto económico o posibilidades de crecimiento. La tecnología involucrada en pequeñas represas hidroeléctricas, por ejemplo, tiene muy pocos requisitos mecánicos, por lo que no requiere un mayor desarrollo industrial ni incrementos de las industrias ya establecidas, la mano de obra especializada es mínima, y por el grado de difusión y requerimientos de la tecnología,

ofrece muy pocas posibilidades de exportación de equipos o desarrollos, por estos motivos se encuentra en el tercer cuadrante de la matriz, de mínimos requisitos, con también mínimas expectativas de aprendizaje o transferencia.

Por otro lado, los aerogeneradores requieren la adaptación a la velocidad y al perfil del viento local, además de otras particularidades climáticas, previas a su instalación. El diseño necesita de altos conocimientos técnicos específicos, aunque su producción requiere mínima capacitación. Las industrias locales pueden abastecer parte de los insumos requeridos a lo largo de

|   |      |   |  |
|---|------|---|--|
| Capacidades de diseño involucradas en la innovación | Alta | <b>Tecnologías intensivas en diseño</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbinas eólicas</li> <li>• Energía geotérmica</li> <li>• Energía solar concentrada</li> <li>• Turbinas hidroeléctricas grandes</li> </ul>   | <b>Tecnologías intensivas en diseño y fabricación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos eléctricos</li> <li>• Almacenamiento en baterías a gran escala</li> <li>• Trenes</li> </ul>   |
|   | Baja | <b>Tecnologías simples</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeñas y micro turbinas hidráulica</li> <li>• Pequeños aerogeneradores</li> <li>• Biogas a baja escala</li> <li>• Cocinas solares</li> <li>• Calefacción solar (con colectores planos)</li> <li>• Bicicletas</li> </ul> | <b>Tecnologías intensivas en fabricación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía solar fotovoltaica</li> <li>• Calefacción solar (con colectores de vacío)</li> <li>• Iluminación energéticamente eficiente</li> <li>• Bombas de calor</li> </ul> |
|   |      | Baja  | Alta   |

Capacidades de fabricación involucradas en la innovación

|   |      |  |  |
|---|------|--|--|
| Capacidades de diseño involucradas en la innovación | Alta | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Apropiación parcial del conocimiento a nivel local</b> resultante de la experiencia utilizando el producto en nuevas configuraciones y ambientes.</li> <li>• La <b>proximidad geográfica</b> al mercado es importante para la innovación.</li> <li>• La <b>localización</b> requiere <b>transferencia de conocimiento tácito</b>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprendizaje local y global</b> debido a la <b>producción y uso de la tecnología</b>.</li> <li>• La <b>proximidad geográfica</b> solamente es importante para la innovación cuando se trata de <b>mercados avanzados</b>.</li> <li>• La <b>regionalización</b> requiere <b>transferencia multilateral de conocimiento tácito y bienes de capital</b>.</li> </ul>        |
|   | Baja | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprendizaje localizado</b>, pero limitado.</li> <li>• La <b>localización</b> requiere <b>transfencia de conocimientos explícita</b>.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprendizaje global</b> debido a la <b>producción</b> (no requiere información de la experiencia de los usuarios).</li> <li>• La innovación requiere un mercado de gran escala y creciente.</li> <li>• La <b>localización</b> requiere <b>transferencia irrestricta de bienes de capital</b> (incluyendo conocimiento tácito) a través de mercados globales.</li> </ul> |
|   |      | Baja   | Alta   |

Capacidades de manufactura involucradas en la innovación

**Fig. 5. Tipos de tecnologías diferenciadas por niveles de capacidad para dominar innovación y competitividad**

Fuente: Schmidt y Huenteler, 2016

la cadena de valor, dependiendo de su grado de desarrollo. El nivel de mejoras introducidas en los últimos años en los aerogeneradores sugiere que es un área con potencial para investigación y desarrollo. Sin embargo, existen pocas empresas comercializadoras de turbinas y el mayor obstáculo para el establecimiento de nuevas radica en la bancabilidad (acceso al crédito bancario). Los casos de inserción exitosa de nuevas empresas, como en España, India y China, requirieron de la adquisición de patentes de firmas europeas ya establecidas, de incentivos gubernamentales y de seguridad en cuanto a la capacidad de obtener contratos en un número significativo de obras.

Por el contrario, en el extremo opuesto, la tecnología involucrada en las celdas solares fotovoltaicas, puede implementarse con mínimos requisitos, debido a su modularidad. No obstante, su manufactura requiere altos niveles de capacitación e industrialización debido a la complejidad tecnológica de los procesos involucrados. El éxito de China al convertirse en productor de paneles fotovoltaicos, se debió en parte, a la repatriación de expertos que residían en otras regiones.

Al observar la Figura 5 se comprueba que la fabricación de vehículos eléctricos destaca en el primer cuadrante de la matriz, por su intenso requerimiento de innovación tecnológica, tanto como por la necesidad de una industria altamente desarrollada y con capacidad de manejar la logística de múltiples insumos, no todos producidos en una misma región. Si bien muchos países en vías de desarrollo producen para la industria automotriz, Schmidt y Huenteler consideran que es un mercado altamente competitivo, donde las políticas gubernamentales orientadas a la incorporación de autos eléctricos con la expectativa de un crecimiento en las industrias locales, en general no logran su cometido.

En cuanto al incentivo para el desarrollo de industrias de alta tecnología, Leicht y Jenkins (2017) reconocen la importancia fundamental de los incentivos estatales en los Estados Unidos, tanto financiando la investigación en nuevas tecnologías, como en reducción de impuestos y créditos de diversa índole para

creación de empresas. Estas medidas, han demostrado su eficacia propiciando el desarrollo de nuevos polos tecnológicos en áreas poco pobladas o con escasa inserción de altas tecnologías. Asimismo, los autores descartan la influencia del capital privado en el desarrollo de nuevas tecnologías, y en la formación de estos polos, aunque admiten la relevancia de las empresas de alta tecnología mixtas de capital privado y estatal en el desarrollo de esas industrias.

Pese a lo mencionado acerca de la dificultad de establecer empresas en el ámbito de fabricación de turbinas eólicas, Argentina ya cuenta con al menos una empresa establecida en el sector: Impsa Wind. Inicialmente, surge como constructora de turbinas hidráulicas, y en 1990 comienza la investigación en generadores eólicos. En el año 2000 inicia la construcción de proyectos en Argentina y Brasil (IMPSA, s.f.). Nuestro país cuenta con alrededor de 64 empresas con capacidad de aportar los componentes requeridos para aerogeneradores de mediana y gran escala (Anzoise, *et al.*, 2015).

## Conclusión

Del material relevado, más que áreas de vacancia para investigación y educación, se obtiene una serie de temáticas, que en algunos casos podrían estimarse contradictorias con la realidad local.

Llama la atención la problemática del impacto económico negativo de las energías renovables en países con producción de energía no renovable (Bhattacharya *et al.*, 2016). Sin embargo, dado que nuestro país en la actualidad presenta problemas de abastecimiento, la industria de las energías renovables no presenta una competencia, sino un complemento a la actual matriz energética, que difícilmente se podría convertir en causa de retracción económica por el nivel de producción y empleo en petróleo y gas (mayores vectores energético locales). No obstante, en el largo plazo deberá atenderse la evolución de la cadena de valor de las renovables en comparación con la de combustibles fósiles, para asegurar niveles iguales o superiores de crecimiento industrial y en demanda de recursos humanos.

En cuanto a las observaciones de Schmidt y Huenteler (2016), su afirmación sobre los niveles de capacidad de innovación demandados por la energía hidráulica y eólica, quedaría demostrada por el caso de Impsa Wind, primero proveedora de generadores hidráulicos y luego eólicos. También permite identificar las distintas áreas de estudio y explotación de recursos eólicos como las de mayor potencial y capacidad de transferencia a la industria. Por otro lado, el potencial de la energía solar como vector de desarrollo industrial es poco previsible debido a la alta complejidad de industrialización y los bajos costos de producción alcanzados por China. Sin embargo, tanto los emprendimientos de solar como de energía eólica, requieren técnicos, ingenieros y especialistas formados, siendo la formación de recursos humanos en estas áreas fundamental.

Finalmente, comparando los desarrollos de Bhattacharya (2016) y el análisis de Leicht y Jenkins (2017) para las empresas de alta tecnología en los Estados Unidos, se comprueba que resulta indispensable la intervención del Estado, no solo con políticas propositivas, sino

mediante el financiamiento para investigación y la creación de empresas. Dadas las características de extensión territorial de nuestro país y la dispersión de los proyectos planteados, la formación de recursos humanos y polos tecnológicos en áreas próximas a las áreas de explotación de recursos solar y eólico debería ser un factor a enfatizar desde las acciones gubernamentales.

## Agradecimiento

Los autores desean agradecer a la Dra. Ursula Spring Oswald por generar la inquietud sobre la temática de este trabajo y al Ing. Juan Prioleta de la Secretaría de Energía de la Nación por información relativa a la política energética actual.

## Referencias

- ANZOISE, E.; POLETTO, S. M.; RAYNOLDI, S.; CURADELLI, S. & SCARAFFIA, C. A. (2015). Análisis preliminar de la cadena de valor del Cluster Eólico Argentino. El caso de la Región Patagónica. 1er. Encuentro Patagónico de Gestores Tecnológicos. Mendoza: UTN.
- BHATTACHARYA, M.; REDDY PARAMATI, S.; OZTURK, I. & BHATTACHARYA, S. (January 15th., 2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>
- IMPISA. (s.f.). IMPISA WIND. Recuperado el Diciembre de 2017, de Proyectos IMPISA WIND: <http://www.impisa.com/es/proyectos/wind/SitePages/Proyectos%20Wind.aspx>
- IRENA a. (2017). Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for onshore wind. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- IRENA b. (2017). Renewable energy benefits: Leveraging local capacity for solar PV. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
- LEICHT, K. & JENKINS, J. (April 4th., 2017). State investments in high-technology job growth. *Social Science Research*, 65, 30-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2017.03.007>
- SCHMIDT, T. & HUENTELER, J. (February 22nd., 2016). Anticipating industry localization effects of clean technology deployment policies in developing countries. *Global Environmental Change*, 38, 8-20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.005>