

Energías Renovables: desafíos y oportunidades para la Ingeniería en Latinoamérica.

Manuela M. Pendón, Natalia P. Cibeira y Eduardo A. Williams
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de La Plata, manuelapendon@gmail.com

Resumen— Los vastos potenciales de recursos sin explotar de la región son una oportunidad motivadora para el despliegue de las energías renovables. La inversión en energías renovables ofrece un amplio margen para generar oportunidades de empleo, cuestión que reviste una importancia capital en las políticas públicas de muchos países de la región. El desarrollo de proyectos, la construcción y la instalación de tecnologías de energías renovables lleva aparejado un potencial de empleo considerable, en especial para los ingenieros. A medida que el sector de las energías renovables se expande en la región, las oportunidades de empleo seguirán creciendo. Sin embargo, la realización plena de los beneficios de las energías renovables requiere de una amplia gama de instrumentos de políticas transversales que deben contemplar entre otros el desarrollo de habilidades y la capacitación. No contar con los profesionales adecuados aumenta los costos laborales y daña la productividad. El presente trabajo analiza la potencialidad de empleo que despliega el sector de energías renovables para los ingenieros de la región y el desafío que presenta en términos de educación.

Palabras clave — *energía renovable, empleo, ingeniería, educación, Latinoamérica.*

I. INTRODUCCIÓN

Históricamente, la seguridad energética ha sido motor de las estrategias energéticas nacionales y regionales en Latinoamérica. Más recientemente, la recurrencia de eventos climáticos extremos ha dado protagonismo a los impactos climáticos locales y regionales. Como resultado, la seguridad energética se encuentra íntimamente vinculada a las consideraciones relativas al cambio climático.

Las emisiones de gases de efecto invernadero de la región históricamente han sido inferiores, en términos relativos, a los de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, debido a la mezcla de electricidad relativamente limpia de la región, concentrada en la energía hidroeléctrica de gran tamaño (52%) y gas (25%). Recientemente, las emisiones de gases de efecto invernadero en la región han crecido hasta casi alcanzar los niveles de la OCDE. Comparado con otras regiones, en Latinoamérica se destaca la participación de emisiones relacionadas con el transporte (31%) la cual es mayor que en el resto del mundo (18%), mientras que el sector eléctrico representa el 29% de las emisiones de la región, frente al 44% que tiene en la participación global [1]. A pesar de la pequeña contribución de América Latina a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero los gobiernos se han comprometido a mantener una mezcla de energía baja en carbono para cumplir con otros objetivos estratégicos como la seguridad energética, un mayor desarrollo social y económico gracias a oportunidades de empleo potenciales y al crecimiento económico. Los vastos potenciales de recursos sin explotar de la región son una

oportunidad motivadora para el despliegue de las energías renovables. La inversión en energías renovables ofrece un amplio margen para generar oportunidades de empleo, cuestión que reviste una importancia capital en las políticas públicas de muchos países de la región. El desarrollo de proyectos, la construcción y la instalación de tecnologías de energías renovables lleva aparejado un potencial de empleo considerable, en especial para los ingenieros. A medida que el sector de las energías renovables se expande en la región, las oportunidades de empleo seguirán creciendo. Sin embargo, la realización plena de los beneficios de las energías renovables requiere de una amplia gama de instrumentos de políticas transversales que deben contemplar entre otros el desarrollo de habilidades y la capacitación.

El despliegue de las energías renovables puede promover el desarrollo de la industria local y diversificar la economía, especialmente donde existan industrias sinérgicas. Dicho desarrollo necesita una combinación adecuada de políticas, adaptadas a las condiciones específicas de cada país y del nivel de madurez del sector de las energías renovables [2].

Las políticas para apoyar el despliegue de las energías renovables son medidas esenciales de creación de mercados ya que promueven las inversiones en el sector. Un ambiente político estable y predecible ancla la confianza de los inversionistas generando inversiones de largo plazo con sus respectivos beneficios socioeconómicos. Dependiendo del tipo de política de despliegue adoptada, los beneficios obtenidos pueden variar en intensidad entre los distintos segmentos de la cadena de valor. Satisfacer las crecientes necesidades de habilidades requiere medidas adecuadas de educación y formación. La disponibilidad de habilidades desempeña un papel importante para facilitar el despliegue y el funcionamiento de las energías renovables y puede convertirse potencialmente en una dura restricción si no se atiende con cuidado. No contar con los profesionales adecuados aumenta los costos laborales y daña la productividad. Por ello, la provisión de las necesidades de personal capacitado y con experiencia, junto con las medidas que permitan su desarrollo, debe ser un componente fundamental de la planificación que realicen los gobiernos de los países de la región, en materia de energía renovable, junto con todos los actores de la cadena.

II. DESARROLLO

A. La cadena de valor de las energías renovables para generación de electricidad

Las energías renovables según su aplicación pueden analizarse por separado en tres sectores: electricidad, calefacción/refrigeración y transporte. Cada uno de estos sectores tiene sus propios desafíos, oportunidades y

tecnologías muy diferentes, así como también requiere distintas habilidades y perfiles a los profesionales de la ingeniería que en ellos se empleen.

Aunque las tecnologías de calefacción y refrigeración son bien comprendidas, las políticas de este sector no han evolucionado como para la electricidad y persisten numerosos desafíos en términos de integración al entorno construido. Solo un puñado de países, fundamentalmente de Europa, China, India y algunos pocos de África tienen objetivos políticos o políticas a nivel nacional para la calefacción/refrigeración renovable [3].

En cuanto a la utilización de energías renovables para el transporte es quizás la más difícil de anticipar, debido a la variedad posible de vehículos, tecnologías y tipos de combustibles futuros. Sin perjuicio de ello un buen número de países de Europa, de Australia, de Asia, EEUU, China y algunos países de África tienen mandatos para la futura participación de biocombustibles en el transporte.

En particular, respecto de energías renovables para generación de electricidad se estima que sería la más fácil de desarrollar para alcanzar niveles saludables para el planeta. Este hecho queda en evidencia en la cantidad de países que tienen objetivos definidos en este sentido. En Latinoamérica, según la Agencia Internacional de Energías Renovables IRENA, todos los países excepto Paraguay tienen objetivos definidos para la generación de electricidad a partir de energías renovables mientras ninguno tiene objetivos definidos para los otros dos sectores: calefacción/refrigeración y transporte.

Haciendo foco en el sector de las energías renovables para generación de electricidad, la cadena de valor constaría de cuatro elementos principales (Fig. 1): la fabricación y distribución de equipos, el desarrollo de proyectos, la construcción e instalación, y la operación y mantenimiento. En los proyectos de bioenergía se agrega una etapa adicional que sería la cosecha, recolección y tratamiento de la biomasa.

El empleo asociado con cualquier instalación de energía renovable está muy cargado en la parte delantera de la cadena. Un número relativamente elevado de personas se emplea en la construcción e instalación, desarrollo de proyectos y fabricación de equipos. Una vez que la instalación está funcionando, se requieren menos trabajadores para la operación y mantenimiento, aunque estos son los que revisten mayor estabilidad al menos durante los veinte o treinta años de vida de la instalación.

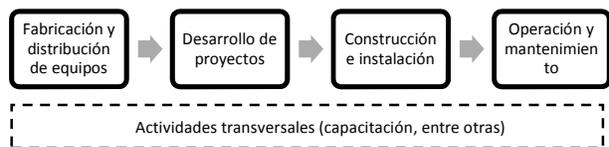


Fig. 1: Cadena de valor de las energías renovables. Elaboración propia en base a [4].

Las modalidades de empleo en la fabricación y distribución de las tecnologías de energías renovables son muy similares a las de otras industrias de bienes de inversión en capital. Sin embargo, las modalidades de empleo en el desarrollo de proyectos y en la construcción e instalación difieren bastante, pues en este tipo de tecnologías el trabajo está supeditado a los proyectos, de forma que para que haya continuidad laboral se precisa un flujo relativamente constante de proyectos. Por su parte, las

modalidades de empleo en la etapa de operación y mantenimiento son más estables.

Es importante mencionar que los desafíos tecnológicos e infraestructurales no se limitan a la instalación de nueva capacidad. Tal como se muestra en la Tabla I, la etapa de construcción e instalación debe contemplar la conexión a la red. Las instalaciones energéticas requieren una considerable infraestructura para distribuir su producción. La puesta en marcha de esa infraestructura requiere inversión, y cooperación con las empresas que participan en el transporte y distribución de la electricidad generada.

TABLA I
Actividades por etapa de la cadena de valor de las energías renovables. Elaboración propia en base a [5].

Fabricación y distribución de equipos	Desarrollo de proyectos	Construcción e instalación	Operación y mantenimiento	Actividades transversales
I + D	Diseño de la planta	Const.	Operación y mant.	Entrenamiento
Diseño y fabricación de comp.	Evaluación de los recursos	Puesta en marcha	Administración financiera	Elaboración de políticas
Modelado y pruebas. Des. De prot.	Evaluación social y ambiental	Conexión a la red	Repotenciación o desarme	Administración y gerencia
Suministro de materias primas	Acuerdos de emp.			Seguros
Ensamblaje	Financiamiento			IT
Aseguramiento de calidad	Habilitaciones y superv.			Seguridad e Higiene
Certificación	Contrato de compra de energía y conexión a la red			Financiamiento
Marketing	Selección de proveedores			Comunicación
Ventas				
Entrega				

B. Las energías renovables y la generación de empleo

Según el último relevamiento realizado por IRENA [6] el sector de energía renovable empleó 8,1 millones de personas, directa o indirectamente, en 2015 globalmente. Además, la energía hidroeléctrica de gran tamaño representó otros 1,3 millones de empleos directos para el mismo año.

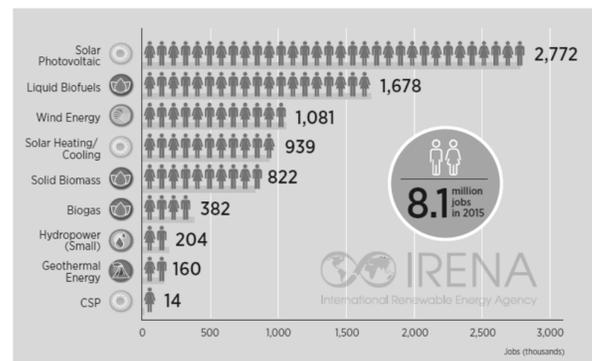


Fig. 2: Empleo en energía renovable por tecnología [6].

Si se hace foco en Latinoamérica, el sector de energía renovable empleó cerca de dos millones de personas para el mismo período.



Fig. 3: Empleo en energías renovables en países destacados [6].

Brasil es el país que con 918.000 ocupó el segundo puesto, debajo de China, en la generación de empleo de energías renovables aun cuando no se consideran en ese número el empleo correspondiente a grandes centrales hidroeléctricas (Fig. 3).

Si se realiza una comparación por generación de empleo según el tipo de combustible/recurso se observa que la energía solar fotovoltaica se ubica en primer lugar, seguida de la energía eólica y la biomasa en tercer lugar. Cualquiera de las tres tecnologías genera más empleo que la generación de electricidad a partir de carbón o gas natural como se observa en la siguiente Tabla II.

TABLA II

PUESTOS DE TRABAJO POR MW DE CAPACIDAD MEDIA CON RESPECTO A LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN. (ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A [5])

	Fabricación, construcción e instalación	Procesamiento de combustible, operación y mantenimiento	Total
Energía solar FV	5,76-6,21	1,20-4,8	6,96-11,01
Energía eólica	0,43-2,51	0,27	0,7-2,78
Biomasa	0,4	0,38-2,44	0,78-2,84
Carbón	0,27	0,74	1,01
Gas natural	0,25	0,7	0,95

No se encuentran datos desagregados por tipo de profesión/ocupación pero, según se observa en la Tabla III, la ingeniería puede ubicarse en la mayoría de las actividades dentro de todas las etapas de la cadena de valor.

TABLA III

ACTIVIDADES POR ETAPA DE LA CADENA DE VALOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. (ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A [5])

Fabricación y distribución de equipos	Ingenieros de investigación y desarrollo, Ingenieros de software, Modeladores (prueba de prototipos), Ingenieros industriales (A), Expertos en garantía de calidad, Certificadores, Profesionales de logística, Profesionales de compras, Especialistas en marketing, Personal de ventas
Desarrollo de proyectos	Diseñadores de proyectos (ingenieros), Arquitectos (pequeños proyectos), Científicos atmosféricos y meteorólogos, Especialistas en evaluación de recursos y evaluadores de instalaciones, Consultor ambiental, Abogados, representantes de programas gubernamentales financieros de deuda, Promotores/facilitadores, Asesores en ordenación territorial, Negociadores de aprovechamiento territorial, Mediadores, Representantes de ONG ambientales y sociales, Responsables de relaciones públicas, Profesionales de compras
Construcción e instalación	Ingenieros (civiles, mecánicos, eléctricos), Gerentes de proyecto, Desarrolladores de negocios, Ingenieros de puesta en servicio
Funcionamiento y mantenimiento	Gerentes de planta, Ingenieros de medición y control
Producción de biomasa	Científicos agrícolas, Gerentes de producción de biomasa, Criadores de plantas y silvicultores

Actividades transversales	Responsables de políticas, Personal de asociaciones comerciales y profesionales, Educadores y formadores, Gestores, Administradores, Editores y escritores de temas científicos, Representantes de aseguradoras, Profesionales de TI, Profesionales de recursos humanos, Otros profesionales financieros, Consultores en salud y seguridad, Especialistas en ventas y marketing
----------------------------------	---

Si bien los datos desagregados por género en el sector energético son escasos, según una encuesta realizada a noventa empresas privadas de más de cuarenta países del sector que representaron toda la cadena de valor, se observó que las mujeres representan un promedio del 35% de la fuerza de trabajo [6]. Esto es un valor significativo, considerando que las mujeres sólo representan entre el 20% a 25% de la mano de obra en el conjunto de la industria. Sin embargo, el porcentaje sigue siendo menor que la participación de las mujeres en la economía en general.

Otro punto interesante surge cuando se analiza la disponibilidad de mano de obra en el terreno de las energías renovables. Según se observa en [5], los problemas de escasez o excedente de competencias o mano de obra surgen cuando la actividad se pone en marcha con premura, provocando un cambio repentino en el nivel de demanda de mano de obra, que pasa de ser ordinario a significativo, y, más tarde, cuando el ritmo al que se construyen las nuevas instalaciones aumenta o disminuye con rapidez.

La escasez de competencias laborales que generan estos cambios suele ser menos problemática en los países desarrollados [6] y un poco más compleja en los países en desarrollo sin perjuicio de que habrá cierto margen para que los trabajadores de las industrias energéticas existentes, o de industrias que requieren competencias suficientemente similares, puedan pasar al campo de las energías renovables a medida que avanza el proceso de transición.

La Alianza Internacional de Energías Renovables (REN Alliance) [7] ha determinado cuáles son las principales ocupaciones de difícil cobertura en muchos países miembros (entre los que se encuentra Brasil y otros varios países de Latinoamérica como contribuyentes), tanto desarrollados como en desarrollo.

TABLA IV

PRINCIPALES OCUPACIONES DE DIFÍCIL COBERTURA EN LOS SUBSECTORES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES. (ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A [7])

Energía Eólica	Energía solar	Hidroeléctrica	Geotermia	Bioenergía
Desarrolladores de proyectos; Técnicos de servicio; Analistas de datos; Ingenieros Eléctricos, de computación, mecánicos y civiles.	Instaladores y mantenedores de sistemas fotovoltaicos y solares térmicos; inspectores de obras	Ingenieros eléctricos y de operación y mantenimiento; Técnicos; Vendedores; Especialistas en sostenibilidad	Entrenadores; Ingenieros geotérmicos	Ingenieros de diseño; Ingenieros de investigación y desarrollo; Técnicos de servicio; Entrenadores

Se percibe una escasez generalizada de ingenieros y técnicos en todos los ámbitos de la industria de las energías renovables, lo que en muchos países se debe a una tendencia general de los estudiantes a no seguir estudios de ingeniería. Sobre todo, faltan ingenieros de diseño calificados (civiles, mecánicos y eléctricos) con conocimientos específicos en determinadas tecnologías de energías renovables [5].

El sector de la energía eólica precisa fundamentalmente ingenieros eléctricos, informáticos y mecánicos. En los países emergentes y los países en desarrollo existe un déficit considerable de competencias técnicas y de ingeniería en el sector de la energía hidroeléctrica. También faltan ingenieros calificados en la industria de la bioenergía, así como técnicos en bioenergía con una formación adecuada.

C. Oportunidades de formación en el campo de las energías renovables

A la vez que se detectan la escasez de ingenieros en todos los ámbitos de la industria de las energías renovables también se identifica una escasez generalizada de formadores cualificados en subsectores energéticos, lo cual claramente puede considerarse otro impedimento para el desarrollo del sector.

Como se observa en la Fig. 1, de forma transversal a las etapas principales de la cadena de valor de energías renovables, se encuentra la actividad de entrenamiento y capacitación.

No solo deben desarrollarse capacidades técnicas específicas sino que según se destaca en [5], es muy importante que todos aquéllos que trabajan en el campo de las energías renovables tengan conciencia ambiental y motivación, dinamismo, cualidades de liderazgo y de negociación, y competencias estratégicas para aprovechar al máximo las oportunidades de mercado que se presentan. Deben destacarse las habilidades de análisis de riesgo, las habilidades de innovación y comunicación interpersonal.

Según la base de datos de la IRENA [8], la oferta de capacitación en energía renovable en Latinoamérica se compone de la siguiente manera Fig. 4.

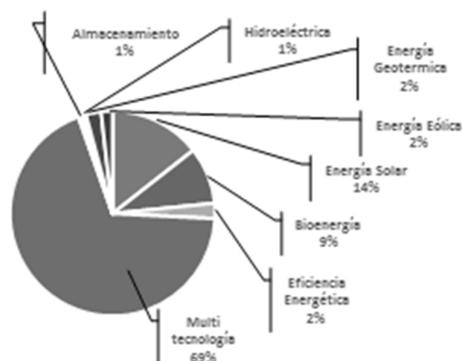


Fig. 4: Oferta de capacitación en energías renovables en Latinoamérica. Elaboración propia en base a [7].

IRENA en [1] destaca que a pesar de la reciente mejora de los indicadores de educación en los países latinoamericanos, atraer y retener mano de obra calificada puede representar una barrera para el despliegue de energía renovable en América Latina. Retener a los trabajadores calificados ya se observa como un desafío en los países con el crecimiento más significativo en las energías renovables Brasil, México y Chile.

III. CONCLUSIONES

En los países de Latinoamérica existen grandes oportunidades de aprovechamiento de las energías renovables, y el desafío principal consistirá en maximizar los beneficios económicos locales de las iniciativas que se emprendan.

Las energías renovables tienen gran potencialidad en la generación de empleo y se destacan cuantitativamente frente a las tecnologías a carbón o gas. A su vez existe escasez de ingenieros dedicados a las energías renovables. Por lo que aunque al principio pueda ser necesario contratar a trabajadores calificados procedentes de otros países, a medida que los proyectos avancen, dentro de cada país debería ser posible reducir la dependencia de la ayuda de expertos del extranjero y para ello debe trabajarse en la planificación de los requerimientos de mano de obra calificada. Es importante que se planifique con anticipación y de forma cuantitativa las necesidades en materia de competencias en el sector, a través del trabajo conjunto de todos los actores principales, entre ellos las empresas de energías renovables, los representantes de los trabajadores y los proveedores de educación y formación. No hacerlo podría representar una barrera para el despliegue de energía renovable en América Latina.

Fomentar la colaboración regional entre los proveedores de educación y formación permitiría apalancarse en la experiencia y competencia que han adquirido los países de la región en los que más se han desarrollado determinadas tecnologías.

Los ingenieros pueden desarrollarse en la mayoría de las actividades de la cadena de valor de las energías renovables aplicadas a la generación de electricidad.

Si bien en el presente se analizó el potencial de empleo de las energías renovables para generación de electricidad, existen otros dos mercados potenciales de empleo para los ingenieros que son aquellos vinculados a los sectores de calefacción/refrigeración y transporte.

Las capacidades, tanto en términos de cantidad y competencias, pueden desarrollarse mediante programas específicos y políticas de educación que se incluyan en las estrategias energéticas de los países. La especialización de los ingenieros en temas vinculados a las energías renovables genera ventajas competitivas para participar en el mercado de trabajo energético de la región, el cual se encuentra en crecimiento y presenta variados e interesantes desafíos.

REFERENCIAS

- [1] IRENA, *Renewable energy market analysis. Latin America*, Abu Dhabi.: IRENA, 2016.
- [2] IRENA, *The socio-economic benefits of solar and wind*, Abu Dhabi: IRENA, 2014.
- [3] OECD/IEA and IRENA, *Perspectives for the energy transition. Investment Needs for a Low-Carbon Energy System*, Alemania: German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2017.
- [4] Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo, Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, *Informes de Cadenas de Valor. Energías Alternativas AÑO 1 - N° 25*, Argentina: Dirección Nac. de Planificación Sectorial, 2016.
- [5] International Labour Organization, *Skills and Occupational Needs in Renewable Energy*, Geneva: European Commission, 2011.
- [6] IRENA, *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2016*, Abu Dhabi: IRENA, 2016.
- [7] REN 21, *Renewables Global Futures Report 2013*, France: REN21, 2013.
- [8] <http://resourceirena.irena.org/>