

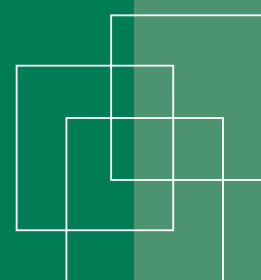
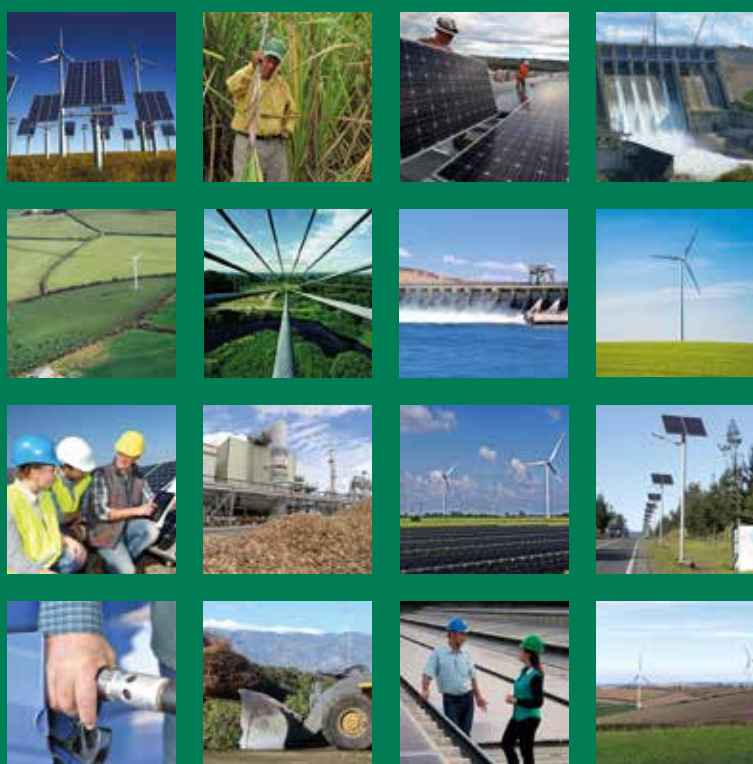


Organización
Internacional
del Trabajo

URUGUAY

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Sebastián Parrilla



URUGUAY

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Sebastián Parrilla

Copyright © Organización Internacional del Trabajo, 2017
Primera edición 2017

Las publicaciones de la Oficina Internacional del Trabajo gozan de la protección de los derechos de propiedad intelectual en virtud del protocolo 2 anexo a la Convención Universal sobre Derecho de Autor. No obstante, ciertos extractos breves de estas publicaciones pueden reproducirse sin autorización, con la condición de que se mencione la fuente. Para obtener los derechos de reproducción o de traducción, se deben formular las correspondientes solicitudes a la Oficina de Publicaciones (Derechos de autor y licencias), Oficina Internacional del Trabajo, CH-1211 Ginebra 22, Suiza, o por correo electrónico a: pubdroit@ilo.org, solicitudes que serán bien acogidas.

Las bibliotecas, instituciones y otros usuarios registrados ante una organización de derechos de reproducción pueden hacer copias de acuerdo con las licencias que se les hayan expedido con ese fin. En www.ifrro.org puede encontrar la organización de derechos de reproducción de su país.

Sebastián Parrilla
Uruguay: Empleos verdes en el sector de las energías renovables

Santiago, Organización Internacional del Trabajo, 2017

ISBN 978-92-2- 331009-7 (impreso)
ISBN 978-92-2- 331010-3 (web pdf)

Empleo / empleos verdes / recursos renovables / cambio tecnológico / cambio climático / medio ambiente / energía / energía eólica / energía solar / biocombustible / biomasa / desarrollo sostenible / Uruguay /

Datos de catalogación de la OIT

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de la OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione.

Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación alguna por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Las publicaciones de la OIT, así como los catálogos o listas de nuevas publicaciones, pueden obtenerse en Avda. Dag Hammarskjöld 3177, Vitacura, Santiago de Chile, o pidiéndolas a Casilla 19.034, CP 6681962, e-mail: biblioteca_sci@ilo.org.

Vea nuestro sitio en la red: www.ilo.org/santiago

Edición, diseño y diagramación: María de la Luz Celedón M.
Impreso en Uruguay

PRÓLOGO	7
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ENERGÍAS RENOVABLES	11
1. El concepto de energías renovables	11
2. Fuentes de energía renovables	11
III. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ENERGÉTICO	15
1. Principales cifras de producción y consumo de energía	15
2. Acceso de la población a electricidad y consumo de energía residencial	17
3. Eficiencia energética	18
4. Síntesis de aspectos normativos e institucionales	19
5. Desarrollo de infraestructura e inversiones en energía renovable	21
6. Energías renovables en la nueva matriz energética	24
7. Síntesis de la situación de las energías renovables	28
IV. EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA EÓLICA	29
1. La cadena de valor	29
2. Descentralización territorial	33
3. Empleo directo en el subsector eólico	34
4. Impacto en otros sectores de producción	41
5. Competencia por recursos con otras actividades productivas	44
6. Desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad	45
7. Trabajo decente y género	45
8. Perspectivas de empleo	46
V. EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	49
1. La cadena de valor	49
2. Descentralización territorial	53

3.	Empleo directo en el subsector solar fotovoltaico	53
4.	Impacto en otros sectores de producción	61
5.	Competencia por recursos con otras actividades productivas	65
6.	Desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad	65
7.	Trabajo decente y género	66
8.	Perspectivas de empleo	67
VI.	EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA HIDRÁULICA	69
1.	La cadena de valor	69
2.	Descentralización territorial	71
3.	Empleo directo en el subsector hidroeléctrico	71
4.	Impacto en otros sectores de producción	73
5.	Competencia por recursos con otras actividades productivas	73
6.	Desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad	73
7.	Trabajo decente y género	74
8.	Perspectivas de empleo	74
VII.	EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE RESIDUOS DE BIOMASA	75
1.	La cadena de valor	75
2.	Descentralización territorial	79
3.	Empleo en el subsector residuos de biomasa	80
4.	Impacto en otros sectores de producción	84
5.	Competencia por recursos con otras actividades productivas	87
6.	Desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad	87
7.	Trabajo decente y género	88
8.	Perspectivas de empleo	88
VIII.	EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE BIOCOMBUSTIBLES	91
1.	La cadena de valor	91
2.	Descentralización territorial	96
3.	Empleo directo en el subsector de biocombustibles	97
4.	Impacto en otros sectores de producción	100
5.	Competencia por recursos con otras actividades productivas	101
6.	Desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad	102
7.	Trabajo decente y género	102
8.	Perspectivas de empleo	105
IX.	OTROS SUBSECTORES EN ENERGÍAS RENOVABLES	109
X.	EMPLEOS VERDES EN ENERGÍAS RENOVABLES. SECTOR PÚBLICO	111
XI.	SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS	113
	BIBLIOGRAFÍA	121

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Costo medio anual de generación de energía eléctrica según probabilidad de lluvia	26
Cuadro 2.	Puestos de empleo permanentes a tiempo completo para O&M de un parque eólico con 25 a 30 aerogeneradores	37
Cuadro 3.	Puestos permanentes creados en el sector eólico, sin O&M	39
Cuadro 4.	Puestos de empleo no permanentes para fase de construcción de un parque eólico	40
Cuadro 5.	Servicios requeridos durante la operación de un parque eólico y tipo de empresa prestadora	42
Cuadro 6.	Componentes de la inversión de un parque eólico	43
Cuadro 7.	Puestos de empleo permanentes a tiempo completo para O&M. Parque solar en servicio con 50 MW de potencia	57
Cuadro 8.	Puestos permanentes a tiempo completo creados en generación solar fotovoltaica, sin O&M	58
Cuadro 9.	Puestos de empleo permanentes a tiempo completo en microgeneración solar fotovoltaica, 2017	59
Cuadro 10.	Puestos de empleo permanentes a tiempo completo. Solar fotovoltaica, 2017	59
Cuadro 11.	Puestos de empleo no permanentes para fase de construcción de un parque solar fotovoltaico (generación)	61
Cuadro 12.	Componentes de la inversión de un parque solar	64
Cuadro 13.	Puestos permanentes a tiempo completo por tipo de calificación. Sector hidráulico, 2016	72
Cuadro 14.	Puestos de empleo permanentes <i>full time</i> para O&M en una planta de biomasa de 10 MW de potencia	81
Cuadro 15.	Puestos de empleo no permanentes para la construcción de una planta de biomasa de 10 MW de potencia	82
Cuadro 16.	Puestos de empleo no permanentes para la construcción de una planta de residuos de biomasa	83
Cuadro 17.	Componentes de la inversión de una planta de biomasa de 10 MW	85
Cuadro 18.	Estructura de costos promedio de la caña de azúcar, 2012	94
Cuadro 19.	Creación de puestos anuales <i>full time</i> equivalentes (FTE) en el sector biocombustibles	100
Cuadro 20.	Empleos verdes en energías renovables en UTE, 2017	111
Cuadro 21.	Empleo directo: Puestos permanentes equivalentes a tiempo completo (FTE), 2017	114
Cuadro 22.	Empleo directo: Puestos temporales equivalentes a tiempo completo (FTE), 2017	115

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1.	Metodología de la caracterización del empleo en el sector de energías verdes	10
Diagrama 2.	Principales actores y roles en la cadena de valor del sector eólico	30
Diagrama 3.	Fases de un proyecto eólico	34
Diagrama 4.	Principales actores y roles en la cadena de valor del sector solar fotovoltaico	51
Diagrama 5.	Fases de un proyecto solar fotovoltaico	54
Diagrama 6.	Funciones consideradas por tipo de empleo creado (permanente y no permanente)	55
Diagrama 7.	Cadena de valor de empresas vinculadas al Parque Industrial de Paysandú	56
Diagrama 8.	Principales actores y roles en la cadena de valor del sector hidráulico	70
Diagrama 9.	Principales actores y roles en la cadena de valor del sector de residuos de biomasa	78
Diagrama 10.	Principales actores y roles en la cadena de valor del sector de biocombustibles	93
Diagrama 11.	Áreas involucradas en la creación de empleos permanentes en el sector de biocombustibles	97
Diagrama 12.	Síntesis de las principales variables de contexto y política pública	117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Consumo de energía final per cápita	15
Gráfico 2.	Consumo final energético por sector	16
Gráfico 3.	Oferta bruta de energía por tipo de fuente energética primaria	17
Gráfico 4.	Tasa de electrificación, total país, urbano y rural	17
Gráfico 5.	Consumo energético residencial per cápita	18
Gráfico 6.	Potencia instalada por fuente	23
Gráfico 7.	Oferta de fuentes renovables no tradicionales, por tipo de fuente	25
Gráfico 8.	Matriz de generación de electricidad, 2016	25
Gráfico 9.	Exportaciones e importaciones de energía eléctrica	26
Gráfico 10.	Puestos permanentes equivalentes a tiempo completo creados en O&M de parques eólicos, según tipo de cargo	38
Gráfico 11.	Distribución anual de la contratación de jornales. Construcción de parque eólico	41
Gráfico 12.	Puestos permanentes <i>full time</i> creados en O&M de parques solares, según tipo de cargo	58
Gráfico 13.	Distribución anual de la contratación de jornales. Construcción generación solar fotovoltaico	62
Gráfico 14.	Puestos permanentes <i>full time</i> para O&M de centrales de generación basada en residuos de biomasa, según tipo de cargo	82
Gráfico 15.	Contratación de jornales en la fase de construcción de una planta de residuos de biomasa	83
Gráfico 16.	Puestos permanentes a tiempo completo en el sector de biocombustibles, según nivel de calificación	98

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Distribución geográfica de puntos de generación de energía eólica	33
Mapa 2.	Distribución geográfica de puntos de generación de energía solar fotovoltaica	54
Mapa 3.	Distribución geográfica de puntos de generación de energía hidráulica	71
Mapa 4.	Distribución geográfica de puntos de generación de residuos de biomasa	79
Mapa 5.	Distribución geográfica de puntos de producción de biocombustibles	96

ÍNDICE DE RECUADROS

Recuadro 1.	Entidades vinculadas al sector energético y su desempeño	20
Recuadro 2.	Servicios requeridos durante la operación, mantenimiento y tipo de empresa prestadora	62
Recuadro 3.	Servicios requeridos durante la operación de centrales hidroeléctricas y tipo de empresa prestadora	73
Recuadro 4.	Servicios durante la operación y mantenimiento de una central de biomasa y tipo de empresa prestadora	84
Recuadro 5.	Características de las plantas de biocombustibles	95
Recuadro 6.	Servicios requeridos durante la actividad del sector de biocombustibles	101

PRÓLOGO



El cambio climático constituye uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad, aspecto que ha sido incorporado en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Su impacto en la temperatura promedio, nivel de precipitaciones y del mar no solo pone en riesgo la vida de las personas en forma directa, sino que el desarrollo a través de sus consecuencias acerca de la economía y los mercados laborales.

Los constituyentes de la Organización Internacional del Trabajo han puesto de relieve las implicaciones del cambio climático y la importancia de una transición hacia economías que sean sustentables ambientalmente. Una buena gestión de este proceso puede resultar en un dinamizador de economías socialmente sostenibles, con empresas y trabajadores que aporten al cuidado del medio ambiente. El “enverdecimiento” de la economía hará más sustentable la producción de recursos naturales, aumentará la eficiencia energética, reducirá la producción de basura, al tiempo que generará empleos verdes en sectores tradicionales y emergentes, como es el caso de las energías renovables que aquí se presenta.

Este estudio preparado por el consultor de OIT, Sebastián Parrilla, forma parte del proyecto “Transición justa hacia una economía verde”, financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA) e implementado en Uruguay en 2016-2017. El mismo fue solicitado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Uruguay. Una versión preliminar del informe fue presentada en un seminario tripartito y se benefició con los comentarios realizados por sus panelistas.

Si bien el desarrollo de las energías renovables en Uruguay es una iniciativa bastante reciente, su expansión ha constituido un cambio radical en la matriz energética del país. Esta transformación no solo ha diversificado sus fuentes hacia una matriz más verde, sino que también ha reducido la dependencia externa y ha bajado el costo y volatilidad en su generación. Estos importantes cambios, que se vieron impulsados por una política pública de promoción y estabilidad de largo plazo que fomentó las inversiones, contó con la participación de empresas públicas y privadas, así como con la necesidad de desarrollar las capacidades de los trabajadores. En particular, el estudio constituye un primer esfuerzo por cuantificar el impacto que los distintos tipos de energía han tenido en el empleo. A la luz del concepto de empleo verde –que considera necesario cumplir con las características del trabajo decente- el informe indaga también respecto de la calidad del empleo y las condiciones laborales de este sector de la economía.

Esperamos que esta publicación sea una contribución para promover nuestro objetivo común de alcanzar una economía más sustentable con más y mejores empleos verdes.

Fabio Bertranou
Director
Oficina de la OIT para el Cono Sur
de América Latina

Capítulo I

INTRODUCCIÓN



Esta publicación recoge los resultados de un estudio respecto de la situación y perspectiva de los empleos verdes en el sector de las energías renovables en Uruguay. Este primer capítulo aborda, a modo de introducción, la metodología y caracterización de los empleos de este sector.

El capítulo II analiza una breve descripción acerca de qué son las energías renovables para luego precisar cuál es la presencia de dichas energías en el país.

El capítulo III describe la situación del sector energético uruguayo con foco en las energías renovables.

Por su parte, los capítulos IV al VIII muestran el análisis realizado para los sectores eólico, solar fotovoltaico, hidráulico, residuos de biomasa y biocombustibles, respectivamente. Cada uno de ellos comprende una descripción de la cadena de valor sectorial, la descentralización territorial de los emprendimientos, el impacto en empleo directo, en otros sectores de producción, la situación en materia de competencia por recursos con otras actividades productivas de desplazamiento poblacional y receptividad de la comunidad respecto de las empresas del sector, el relevamiento de aspectos vinculados al trabajo decente y género y las de perspectivas futuras de empleo.

El capítulo IX lista otros sectores a profundizar no abordados en este relevamiento y, finalmente, el último capítulo presenta una síntesis con las principales conclusiones y perspectivas de futuro.

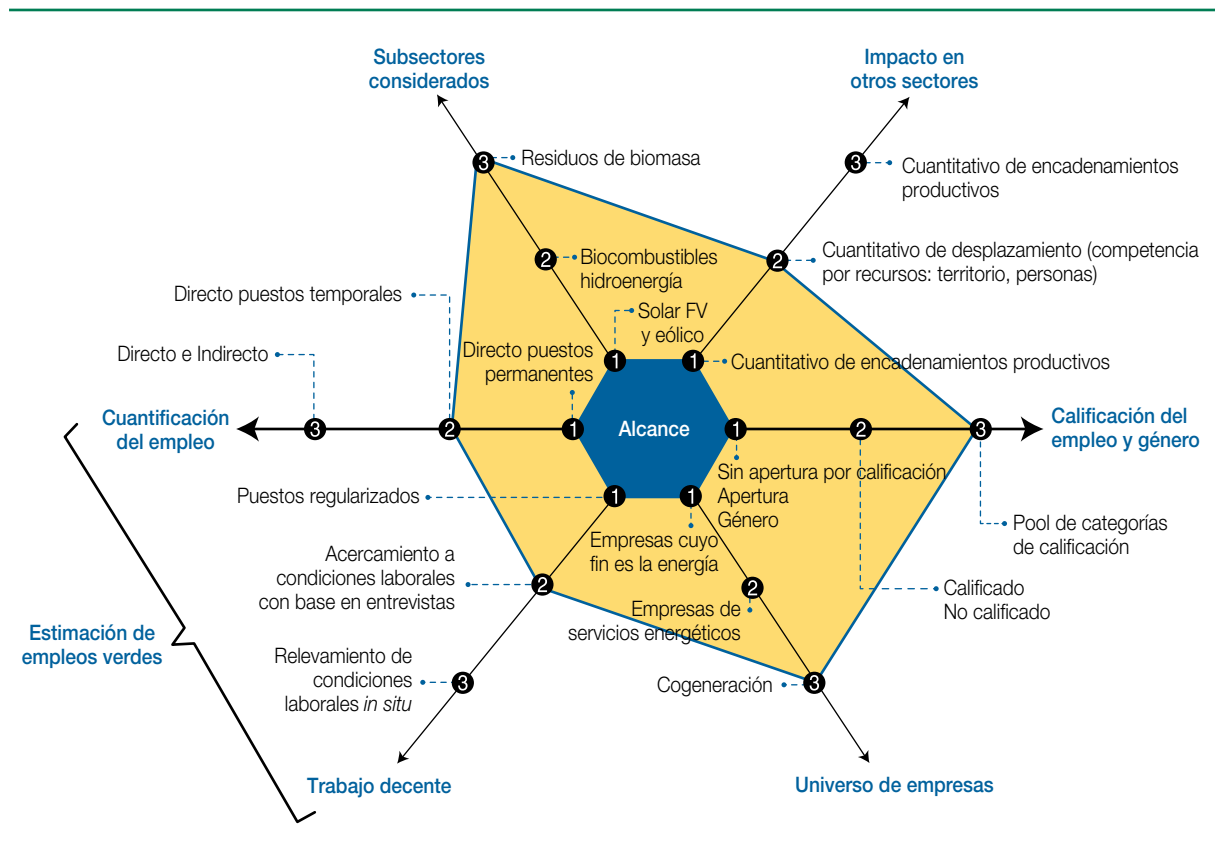
El objetivo del análisis es efectuar un ejercicio de caracterización del empleo en el sector de las energías renovables con foco en los empleos verdes. Para ello se consideraron algunas preguntas orientadoras:

- ¿Qué subsectores considerar en el análisis?
- ¿Cómo se cuantificarán los empleos?
- ¿Qué tan decentes son los empleos en el sector energías renovables?
- ¿Se considerará una apertura por género en la cuantificación del empleo generado?
- ¿Qué grado de profundidad se dará al análisis de las circunstancias de los empleos generados en términos de nivel de calificación requerida?

- ¿Qué tipos de emprendimientos productivos considerar como parte del alcance?
- ¿Cómo está afectando el crecimiento del sector de las energías renovables a los demás sectores de actividad?, ¿compite por recursos con el resto del sector energético u otros sectores?

El alcance detallado queda graficado en el siguiente diagrama:

Diagrama 1. Metodología de la caracterización del empleo en el sector de energías verdes



Fuente: Elaboración del autor.

En el marco de acotar el universo de sectores relevados, se debe señalar que el criterio seguido ha sido profundizar el análisis de los sectores renovables no tradicionales más relevantes en la transformación de la matriz energética e incorporar el análisis del sector renovable por excelencia, que es el hidráulico. No es objeto del estudio, por tanto, analizar el empleo en empresas u organizaciones cuyo foco sea la eficiencia energética, ni en aquellas vinculadas a otras energías renovables, ya sean tradicionales (como el caso de la leña) o de desarrollo incipiente (biogás o geotermia).

La metodología utilizada para acceder a la información requerida se basó en la realización de entrevistas presenciales o telefónicas, según el caso, con referentes y gremiales de las empresas del sector, organizaciones del sector público y trabajadores.

Asimismo, se contó con el valioso aporte de información suministrada por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, utilizada principalmente para verificación de cifras de empleo relevadas en las entrevistas y de las extrapolaciones realizadas a partir de estas. Asimismo, la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE) y la Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) aportaron valiosa información y contactos con referentes del sector.

Capítulo II

ENERGÍAS RENOVABLES



1. EL CONCEPTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Una fuente de energía es aquella de la que podemos extraer energía para poder realizar una determinada actividad u obtener una utilidad. Las mismas pueden ser clasificadas de varias formas. Por ejemplo, son fuentes primarias las que se obtienen de la naturaleza (ya sea en forma directa, como la energía solar, o luego de un proceso de extracción, como el petróleo) y son secundarias las que se obtienen de centros de transformación, como es la energía eléctrica (transformando energía solar, por ejemplo) o las gasolinas (para el caso de la transformación de la fuente primaria petróleo, por ejemplo).¹

Pero a efectos de la presente caracterización es relevante la clasificación en fuentes de energía renovables o fuentes no renovables. Las primeras son las obtenidas de fuentes virtualmente inagotables, ya sea por su amplia disponibilidad o porque son capaces de regenerarse de forma natural (son la energía solar, la energía eólica, la energía hidráulica, la energía mareomotriz, la energía geotérmica y la biomasa). Las no renovables se encuentran en la naturaleza pero en una cantidad limitada y una vez utilizadas no se regeneran o lo hacen muy lentamente (son los combustibles fósiles como el petróleo, gas natural y carbón mineral, y los isótopos radiactivos utilizados en la energía nuclear).²

2. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Son varias las fuentes de energía renovables presentes, algunas de ellas son conocidas como fuentes de energía renovables tradicionales (hidráulica, leña y carbón vegetal) y otras son renovables no tradicionales (eólica, solar, biomasa para biocombustibles y residuos de biomasa), de más reciente incorporación a la oferta energética.

1 www.dne.gub.uy

2 *Ídem.*

BIOMASA

La biomasa es toda materia orgánica pasible de aprovechamiento energético. Dentro de la biomasa tradicional prevalece el uso de la leña como energético por sobre el carbón vegetal, mientras que en la no tradicional encontramos, por un lado, los residuos de biomasa, como la cáscara de arroz o cebada, bagazo de caña, licor negro, gases olorosos, metanol y residuos de la industria maderera utilizados para producir energía. Por otro lado, está la biomasa para producir biocombustibles, que refiere a las materias primas para la producción de bioetanol y biodísel(caña de azúcar, sorgo dulce, soja, girasol, canola y sebo, entre otros).

El desarrollo de la producción de energía a partir de biomasa no tradicional se dio en paralelo con el crecimiento de la actividad forestal y la industria de la celulosa, así como de la producción agropecuaria en rubros como la soja, el arroz y el trigo, bajo el amparo de un marco institucional de desarrollo de instrumentos e incentivos para la utilización energética de los subproductos de biomasa de la actividad forestal y otras cadenas, el que se desarrolla en otro acápite que para este caso se cristalizó en proyectos como Probio (ya cerrado) y Biovalor.³ El país ha desarrollado una industria de elaboración de biocombustibles para ser mezclados con los combustibles líquidos derivados del petróleo, aspecto que se detalla más adelante.

Así, en ocasiones la generación de energía a partir de biomasa es el principal negocio de la actividad productiva, mientras que en otros casos la misma ocurre en paralelo a la actividad principal, permitiéndole reducir costos y, eventualmente, colocar el excedente como parte de la oferta de energía del país.

EÓLICA

La energía eólica es obtenida del viento (mediante el aprovechamiento de la energía cinética de las masas de aire en movimiento), al provocar el movimiento de las hélices y hacer girar un eje, lo cual es aprovechado mediante sistemas mecánicos para producir energía eléctrica (aerogeneradores).⁴

Un parque eólico es la concentración en un mismo lugar de varios aerogeneradores, donde el objetivo es procurar que la inversión resulte económicamente viable.

El país cuenta actualmente con 28 parques eólicos que suman una potencia instalada de 1.108 MW, que le permitieron alcanzar una participación de 15% en el total de energía eléctrica en 2015. A estos deben agregarse seis parques eólicos adicionales que están en desarrollo, totalizando 1.471 MW de potencia y futuras instalaciones ya previstas.

SOLAR

La energía solar se puede aprovechar de dos formas: mediante la recuperación del calor aportado por el sol (por ejemplo con colectores solares que utilicen la energía recuperada para calentar agua a una temperatura adecuada para el uso doméstico sanitario y calefacción), en cuyo caso nos referimos a energía solar térmica, o bien utilizando celdas fotovoltaicas (en paneles solares) que transforman la radiación luminosa incidente en electricidad, en cuyo caso hablamos de energía solar fotovoltaica.⁵

3 Proyecto Biovalor, en www.biovalor.gub.uy

4 www.dne.gub.uy

5 www.eficienciaenergetica.gub.uy

Los principales desarrollos en esta fuente son muy recientes (más en el caso de la solar fotovoltaica que en el caso de la solar térmica) y se trata de un subsector aún incipiente pero que ya tiene su lugar en la matriz energética nacional.

HIDRÁULICA

La energía hidráulica es una energía renovable que si bien no produce sustancias contaminantes, sí puede ocasionar impactos medioambientales importantes derivados de su afectación del paisaje, flora, fauna y en la sociedad, principalmente en centrales de gran escala.

Siendo históricamente la principal fuente renovable para tener electricidad, la generación hidráulica se sustenta en tres centrales propias y una central binacional, estimándose que no hay margen para aumentar la generación hidráulica de gran escala.

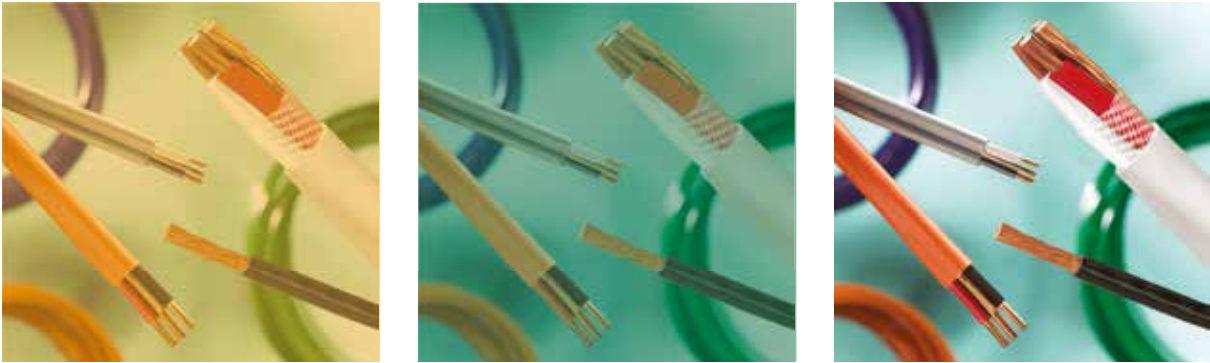
Respecto de instalaciones de pequeño porte, no hay proyectos en operación, aunque sí se cuenta con estudios de viabilidad.

GEOTÉRMICA

Si bien esta fuente de energía, que es la obtenida mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra para generar energía, es de desarrollo muy incipiente en el país, se puede mencionar que existen casos piloto de pequeña escala, como ser su utilización en un centro educativo de la ciudad de Montevideo (para autoconsumo de energía).

Capítulo III

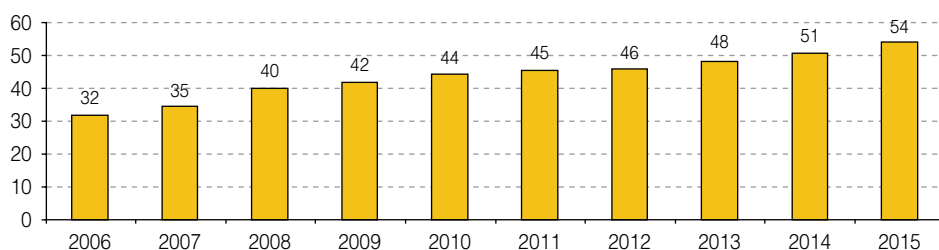
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ENERGÉTICO



1. PRINCIPALES CIFRAS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA

La demanda por energía es creciente a nivel mundial, esperándose un crecimiento de un tercio al 2040, explicado por el aumento del uso de energía en los países en desarrollo, principalmente por India, China, África, Oriente Medio y Sudeste Asiático.⁶ El caso uruguayo no es la excepción a esta realidad, como se observa en la siguiente serie de consumo de energía per cápita, el que crece en la última década a una tasa del 6% promedio anual,⁷ de la mano con un ritmo de desarrollo económico sostenido.

Gráfico 1. Consumo de energía final per cápita (gigajoules por habitante)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

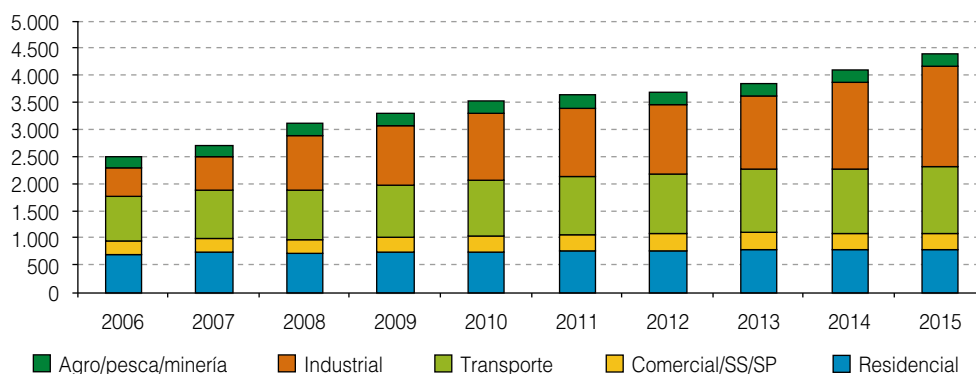
Este consumo creciente se explica principalmente por el aumento del consumo del sector industrial, el que crece a una tasa promedio del 15% entre 2006 y 2015. Para el resto de los sectores, si bien la

⁶ Agencia Internacional de Energía (2016).

⁷ Explicada por un aumento del consumo final total de energía de 6,4% y una tasa de crecimiento poblacional de 0,4%.

demanda por energía aumenta, los ritmos de crecimiento medio son menores: transporte, al 5%; el sector comercial/servicios/sector público lo hace al 3%, y los sectores agro/pesca/minería y el sector residencial crecen aproximadamente al 1% anual en promedio.

Gráfico 2. Consumo final energético por sector (ktep)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

El aumento importante de la demanda de energía del sector industrial representa un cambio estructural en la matriz de consumo por sector, al pasar a ser el de mayor consumo desde el 2008, dejando al sector transporte en segundo lugar. A su vez, dentro del sector industrial, el 64% del consumo corresponde al subsector papel y celulosa, de crecimiento notorio a partir de la puesta en operación regular de las dos plantas de celulosa (a fines del 2007 y 2013, respectivamente). Se trata de un sector de alto consumo energético, a la vez que también participa activamente en la generación de energía eléctrica, aspecto que se profundizará más adelante.

Al analizar cómo se da en la última década el acompañamiento desde la producción de energía ante esta demanda creciente, se observa que la oferta de energía⁸ ha cambiado su composición notoriamente, al verificarse que hay nuevas fuentes energéticas disponibles y un aumento del peso relativo de las fuentes renovables en el global de la oferta (ver gráfico 3).

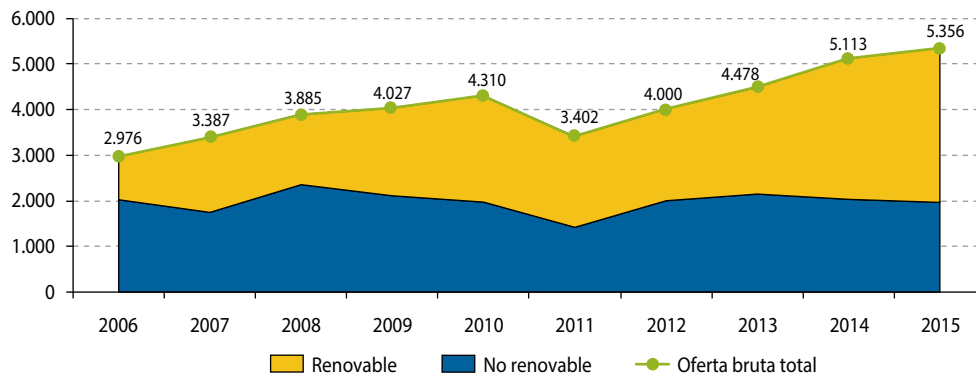
Separando la última década en dos quinquenios, el peso relativo de las fuentes renovables en el global de la oferta de energía pasa del 45% en el periodo 2006-2010 al 57,1% en el quinquenio 2011-2015,⁹ proceso que se profundizó en el 2016 con las inversiones en infraestructura concretadas. La realidad del país en cada fuente de energía renovable, en términos de su contribución a la oferta de energía total, así como en términos de infraestructura, se detallará más adelante.

Por tanto, se destaca que la oferta de energía en la última década tuvo una tendencia al alza y con un relativo peso creciente de las fuentes renovables y un cambio en la composición de la oferta de tipo estructural, posicionando a Uruguay como referente en la producción de energía basada en fuentes renovables, lo que genera importantes oportunidades para el sector en términos de inversiones, creación de empleo y desarrollo.

8 Se consideró a estos efectos la serie de oferta bruta de energía primaria (expresada en miles de toneladas equivalentes de petróleo, ktep), la que incluye, para la oferta de cada fuente energética primaria, las pérdidas y las cantidades no utilizadas (Dirección Nacional de Energía, 2016).

9 La óptica de largo plazo es esencial en este tipo de afirmaciones, pues para un año puntualmente considerado la porción de renovables y no renovables en la oferta depende de forma importante del nivel de lluvias del año.

Gráfico 3. Oferta bruta de energía por tipo de fuente energética primaria (ktep)

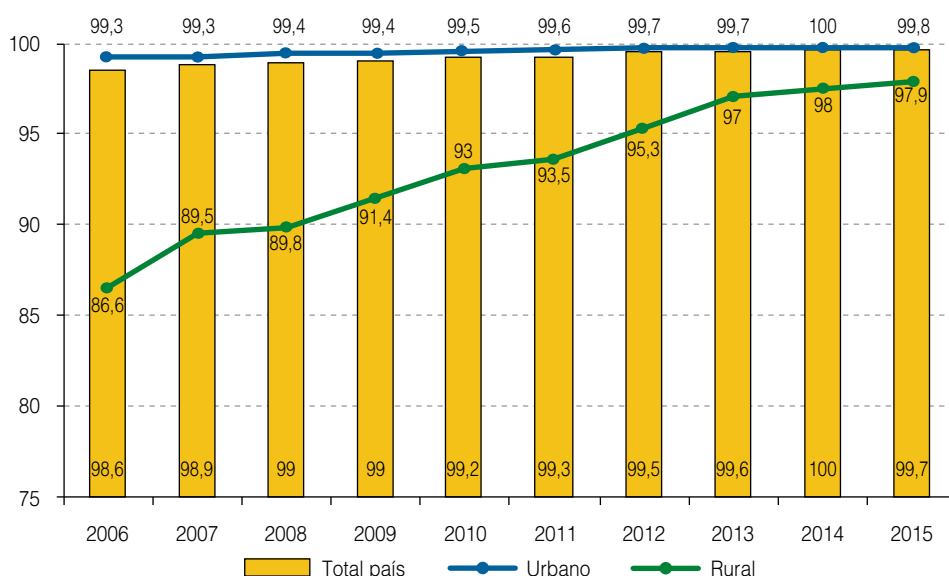


Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

2. ACCESO DE LA POBLACIÓN A ELECTRICIDAD Y CONSUMO DE ENERGÍA RESIDENCIAL

El acceso de la población a los servicios de energía tiene impactos positivos en la educación y la salud, así como por las oportunidades productivas que permite el uso de energía, potenciando las perspectivas de aumento del ingreso familiar.¹⁰ En ese sentido, la tasa de electrificación del país, calculada como el porcentaje de viviendas ocupadas con energía eléctrica (considerando cargadores de baterías solar/eólico y grupos electrógenos propios) respecto del total de viviendas ocupadas, crece regularmente y se encuentra prácticamente en el 100%.

Gráfico 4. Tasa de electrificación, total país, urbano y rural (porcentajes)



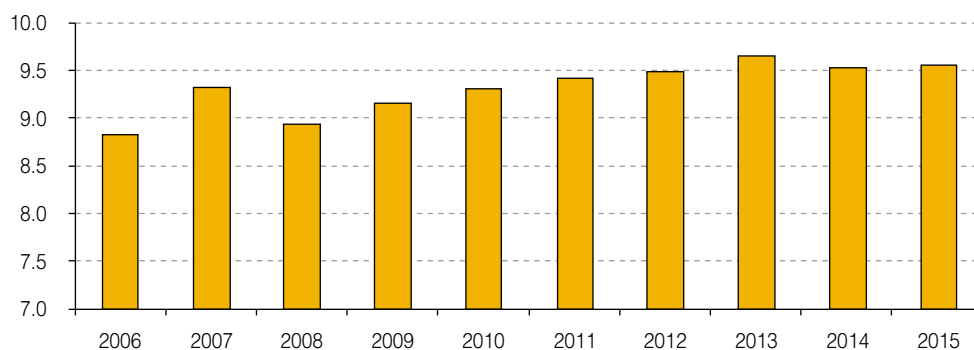
Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

¹⁰ Banco Interamericano de Desarrollo (2009).

Como podemos apreciar, Uruguay tiene un porcentaje de población con acceso a energía eléctrica muy elevado, superior a la media latinoamericana y con una brecha prácticamente nula respecto de los países desarrollados, que ha ido disminuyendo, sobre todo con la mejora del acceso en el ámbito rural.

El consumo energético per cápita de los hogares (relación entre el consumo energético final del sector residencial y la población del país) tiene una tendencia levemente creciente en la última década, a una tasa media de 0,9%, con la electricidad como principal energético consumido desde el 2010.¹¹

Gráfico 5. Consumo energético residencial per cápita (gj/habitante)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

Considerando que la economía uruguaya en igual periodo creció a una tasa promedio anual cercana al 5%, realidad que llevó al crecimiento del consumo interno –y en gran medida de bienes de consumo cuyo uso requiere energía–, podemos concluir que en términos relativos el crecimiento del consumo energético residencial es bajo. En este sentido han sido y son relevantes las políticas de eficiencia energética.

3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética se materializa cuando se evita el consumo de aquella energía que no aporta mayor bienestar o que no implica mayor producción en un sentido amplio.¹² A nivel país, el grado de eficiencia energética que este logre depende del comportamiento de los usuarios de energía en sus diversos sectores socioeconómicos, cuyas conductas responden a factores culturales.

Es decir que, a diferencia del factor oferta de energía, los comportamientos en la demanda y fundamentalmente en materia de eficiencia energética, dependen en gran medida de las pautas de consumo vigentes, cuya modificación conlleva cambios culturales (posibles de incentivar pero que generalmente requieren su tiempo de decantación).

Las políticas de eficiencia energética actúan sobre la demanda de energía y son un factor importante en materia de reducción de emisiones atmosféricas y para garantizar la capacidad de abastecimiento energético con fuentes autóctonas en el largo plazo. En ese sentido, bajo el Plan Nacional de Eficiencia

11 Dirección Nacional de Energía (2016).

12 Si el consumo energético de un sector de actividad presenta una tasa de crecimiento menor que la de su valor agregado de producción, esto podría ser resultado de la incorporación de medidas de eficiencia energética en el sector. A modo de ejemplo, una industria que sustituye sus sistemas de refrigeración por otros de menor consumo de energía pero con igual nivel de enfriamiento, está siendo más eficiente energéticamente.

Energética,¹³ Uruguay avanza en la aplicación de variados instrumentos de política tanto a nivel productivo como residencial, para consolidar una cultura de eficiencia energética en la sociedad.

En este marco, algunos programas de referencia son el Fideicomiso de Eficiencia Energética, el Plan Solar –uso de energía solar térmica para calentamiento de agua, A Todas Luces– campaña de entrega de lámparas eficientes, incorporación de las Tarifas Inteligentes –que vincula consumo con franjas horarias, beneficio para industrias energéticamente eficientes, etiquetado de electrodomésticos con información al usuario acerca de su grado de eficiencia energética, fuentes para financiación y apalancamiento de inversiones en eficiencia energética, entre otros–.

Como perspectiva, es relevante actuar sobre el sector más dependiente de los combustibles fósiles y con mayores emisiones de gases de efecto invernadero, que es el transporte. Si bien la política energética apunta a la transformación del sector con la inclusión de tecnologías más limpias, de momento, las innovaciones en el transporte son a nivel de proyectos piloto de incorporación de vehículos eléctricos (principalmente) y basados en biocombustibles.

4. SÍNTESIS DE ASPECTOS NORMATIVOS E INSTITUCIONALES

La diversificación de la matriz energética de Uruguay y la importancia que en ella han tomado las fuentes renovables y autóctonas, con un carácter estructural, se ha dado en el marco definido por la denominada Política Energética 2005-2030,¹⁴ aprobada como política de Estado por todos los partidos políticos con representación en el Parlamento.

La Política Energética 2005-2030 establece los lineamientos de largo plazo para el sector, entre los que se destacan lograr la diversificación de la matriz energética (de fuentes y de proveedores), reducir costos, disminuir la dependencia del petróleo y fomentar la participación de fuentes energéticas autóctonas (en particular las renovables), desarrollar capacidades nacionales, minimizar el impacto medioambiental del sector, promover la eficiencia energética en todos los sectores y para todos los usos de la energía y establecer un marco regulatorio transparente y estable. Asimismo, la política define las metas a alcanzar en el corto, mediano y largo plazo de líneas de acción requeridas para lograrlas.

Con relación a las energías renovables y de acuerdo con esta normativa se ha generado un nuevo marco regulatorio enfocado en el desarrollo del sector, apoyado a su vez en la promoción de inversiones y otorgamiento de beneficios fiscales.

Al respecto, destacan el Decreto 02/012 vinculado a la promoción de inversiones¹⁵ orientado en la promoción de la adopción de tecnologías limpias, el Decreto 23/014 que establece que las inversiones realizadas en proyectos de generación eólica destinadas al sistema interconectado nacional tendrán los beneficios previstos por el anterior Decreto 02/012, el Decreto 354/009 que le brinda beneficios fiscales a los sectores de energías renovables y de eficiencia energética, la Ley 18.585 (Ley de Promoción de la Energía Solar Térmica), que declara de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la energía solar térmica, el Decreto 451/011 que autoriza la venta de equipos de energía solar térmica en plaza con beneficios impositivos, define la inserción de esta tecnología en toda obra nueva en sectores de gran consumo como la hotelería, los centros de salud y los clubes deportivos y reglamenta los beneficios que otorga la ley; el Plan Solar, que promueve la compra de colectores solares en el sector residencial, la Ley 18.195 y decreto 523/008 que regulan la producción de biocombustibles, definen que su producción y exportación queda fuera del monopolio estatal (que rige para el resto de los

13 www.eficienciaenergetica.gub.uy

14 Dirección Nacional de Energía (2008).

15 Ley 16.906 (Ley de Inversiones).

Recuadro 1. Entidades vinculadas al sector energético y su desempeño

Actor	Rol
DNE (Dirección Nacional de Energía)	Pertenece al Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) de Uruguay, es la responsable de la proposición y coordinación de la política energética nacional. Coordina y orienta las acciones de los actores que operan en el sector de la energía y participa en la elaboración de los marcos normativos y regulatorios de las actividades energéticas. Sitio web: www.dne.gub.uy
UTE (Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas)	Empresa estatal que se dedica a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Sitio web: www.ute.com.uy
ANCAP (Administración Nacional de Combustibles, Alcoholes y Portland)	Empresa estatal multinegocios, que opera en la producción, distribución y comercialización de combustibles, alcohol y <i>portland</i> , entre otros. En particular respecto de energías renovables, participa en el negocio de biocombustibles, con la empresa ALUR como principal brazo ejecutor y de la que es accionista mayoritario. Sitio web: www.ancap.com.uy
URSEA (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua)	Institución estatal que regula y fiscaliza los productos y servicios vinculados a la electricidad, combustible, gas y agua potable.
ADME (Administración del Mercado Eléctrico)	Persona pública no estatal que administra el mercado mayorista de energía eléctrica en el país. Sitio web: www.adme.com.uy
AUGPEE (Asociación Uruguaya de Generadores Privados de Energía Eléctrica)	Asociación civil que agrupa a los generadores privados de energía eléctrica. Actualmente integrada por 28 empresas de relevancia en el sector. Sitio web: www.augpee.net
AUdEE (Asociación Uruguaya de Energía Eólica)	Asociación civil que promueve temas y proyectos orientados al uso de la energía eólica como fuente renovable de recursos naturales. En la actualidad cuenta con cerca de 100 socios activos entre desarrolladores, proveedores, asesores y operadores logísticos. Sitio web: www.audee.org
Cámara solar	Asociación que reúne a las empresas del rubro energía solar que operan en el país, importadores, fabricantes, y proyectistas de instalaciones. Sitio web: www.camarasolardeuruguay.com.uy
Mesa solar	Espacio multisectorial para la promoción de la energía solar, la creación de instrumentos que impulsen su desarrollo y coordinaciones entre los actores vinculados a la temática. Integrado por organizaciones de la sociedad civil, organismos públicos, universidades, institutos técnicos y asociaciones profesionales y empresariales. Sitio web: www.mesasolar.org.uy
PIT-CNT (Plenario Intersindical de Trabajadores - Convención Nacional de Trabajadores)	Central de trabajadores del Uruguay. Dentro de los sindicatos afiliados al PIT-CNT, en el caso de la fase de construcción y montaje de parques eólicos y solares se destacan la participación de SUNCA (Sindicato Único Nacional de la Construcción y Anexos) y UNMTRA (Unión Nacional de Trabajadores del Metal y Ramas Afines) con los que se han mantenido entrevistas de relevamiento, así como con la representación de los trabajadores en el INEFOP (Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional). Sitio web: www.pitcnt.uy
CIU (Cámara de Industrias del Uruguay)	Entidad empresarial representativa del sector industrial de Uruguay. Mediante su Departamento de Certificación del Componente Nacional de la Inversión, la CIU determina el carácter nacional de los componentes de inversión en proyectos de generación desde fuentes renovables. Sitio web: www.ciu.com.uy

Fuente: Elaboración del autor.

combustibles) y prevén ciertos incentivos fiscales para los productores, el Decreto 173/010 que autoriza a los suscriptores conectados a la red de distribución de baja tensión a instalar generación de origen renovable eólico, solar, biomasa o minihidráulica, con destino al consumo propio o puede volcarse a la red, en cuyo caso UTE comprará la energía entregada al mismo precio vigente en el pliego tarifario de UTE; los Decretos 158/012 y 433/012 que promueven la celebración de contratos de compraventa de energía entre UTE y consumidores industriales que produzcan energía eléctrica a partir de eólica y establecen un mínimo de 20% de contenido nacional en dichas inversiones, el Decreto 43/015 regula las centrales de generación de energía eléctrica aisladas del sistema nacional de interconexión o que, estando conectadas, no inyecten energía a la red.¹⁶

Desde el punto de vista institucional, los principales actores involucrados y sus respectivos roles se detallan en el recuadro 1.

En referencia a la incorporación de contenido local en las inversiones, es importante destacar que la CIU es la entidad convocada por el MIEM para certificar el origen nacional de los componentes que integran las inversiones en generación eléctrica desde fuentes alternativas, en el marco de los contratos de compraventa de energía entre UTE y generadores privados. La CIU brinda el asesoramiento integral a los actores vinculados a estos proyectos durante el proceso de certificación, el cual se materializa en Certificados de Componente Nacional de la Inversión (CNI) para la generación de energía eléctrica.¹⁷

Las exigencias y particularidades respecto de la incorporación de contenido local varían según el proyecto licitatorio, pero son pocas las inversiones que quedaron exentas de tal requisito (biomasa en industria de la celulosa, inversiones al mercado *spot* y algunos de los parques eólicos al inicio del proceso).

Entre certificaciones preliminares y definitivas de CNI, la CIU ha emitido 40 certificados, validándose como componente nacional de las inversiones 31% cuando se trata de fuente eólica, 50% en el caso de biomasa y 21% en los parques solares fotovoltaicos, en promedio.

5. DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA E INVERSIONES EN ENERGÍA RENOVABLE

Esta sección presenta una breve reseña de las inversiones en infraestructura energética renovable en la última década. Posteriormente se resume la evolución de la capacidad instalada para satisfacer la demanda de energía eléctrica.

A modo de preámbulo se vuelve a destacar el rol de la planificación de largo plazo en el sector energético (Política Energética 2005-2030) que, junto con un marco normativo favorable para la inversión a nivel nacional –grado inversor–, generaron el marco de estabilidad necesario en el sector para el incremento de la inversión, atrayendo empresas internacionales de relevancia y logrando el apoyo de organismos multilaterales de crédito. Así, los proyectos muestran diversas modalidades de ejecución: totalmente estatales, licitaciones tradicionales, contratos de *leasing*, asociaciones público-privadas, proyectos financiados por organismos multilaterales (BID, CAF, Banco Mundial), emprendimientos binacionales y emprendimientos públicos con financiamiento del mercado de capitales y fondos de pensión.¹⁸

Uruguay ha concretado inversiones en el sector energético que superan más de 7.000 millones de dólares entre 2010 y 2015, representando anualmente más del 3% del PIB en infraestructura energética, cinco veces el promedio de América Latina.¹⁹

16 Para mayor información acerca de normativas de energía en Uruguay, ver www.dne.gub.uy o bien en los sitios web de los actores institucionales descritos a continuación.

17 www.ciu.com.uy

18 Uruguay XXI. Promoción de Inversiones y Exportaciones de Bienes y Servicios (2016).

19 *Ídem*.

Iniciando por los parques eólicos, estos comenzaron a instalarse en Uruguay en el 2007 y a la fecha del presente estudio se cuenta con 28 parques, con una potencia instalada de 1.108 MW, que sumados a los seis parques eólicos adicionales que están en desarrollo totalizan 1.471 MW,²⁰ lo que convierten a Uruguay en el país con mayor porcentaje de electricidad generada a partir de energía eólica en América Latina (15% en 2015, estimándose 22% para 2016 y 38% para 2017 con base en 1.500 MW de potencia) y cercano a los países líderes mundiales (Dinamarca, con 42%).²¹

El proceso aprovechó el contexto internacional favorable en materia de condiciones de acceso a los insumos y se apalancó en el buen posicionamiento de Uruguay como destino de inversiones (grado inversor), generando un esquema sustentado en licitaciones con transparencia y seguridad al inversor (más que en el otorgamiento de subsidios), atrayendo a empresas internacionales como Enercon, Nordex S.E., Abengoa, Akuo Energy o Vestas, entre otras. Algunos de los parques fueron construidos por UTE con diversos mecanismos de financiación, otros por capitales mixtos y otros son completamente privados, pero es requisito en la amplia mayoría de los casos la incorporación de un componente mínimo de contenido local, para el fomento de la industria y servicios locales, elemento importante de cara al análisis en la generación de empleo.

También se incrementó la infraestructura de generadores solares fotovoltaicos, tanto a nivel de parques solares de gran escala como a nivel micro, contándose con una potencia estimada de 238 MW para fines de 2017, así como la de colectores de energía solar térmica, con más de 50.000 m² de superficie instalada.

Otras inversiones recientes en infraestructura energética, no asociadas a renovables, son las inversiones en mayor capacidad de generación con centrales térmicas fósiles, una nueva central de ciclo combinado con una potencia máxima de 530 MW generados con gas oil o gas natural, que contribuirá al blindaje ante eventuales crisis energéticas en otras fuentes y que se relaciona sinérgicamente con la planta regasificadora prevista, al aumentar la capacidad de generación de electricidad con gas natural. También se ha invertido en una planta desulfuradora que permite producir combustibles derivados del petróleo más limpios, al reducir el 99,5% el azufre del gas oil y el 85% el de las naftas.

Vinculado a la colocación de excedentes de energía eléctrica y la diversificación de mercados de importación de electricidad, se encuentra la nueva línea de interconexión eléctrica en extra-alta tensión con Brasil (500 MW), avanzando en la integración logística energética regional.

La mayor capacidad de producción de energía permite generar eventuales excedentes para exportación, pero alternativamente se podrían fortalecer las herramientas para “almacenar” dicha energía, aspectos procurados con potenciales inversiones en plantas de bombeo o centrales hidroeléctricas reversibles,²² si bien aún no se cuenta con inversiones operativas de este tipo sí se dispone de un mapeo del territorio nacional con localización de eventuales puntos de instalación.

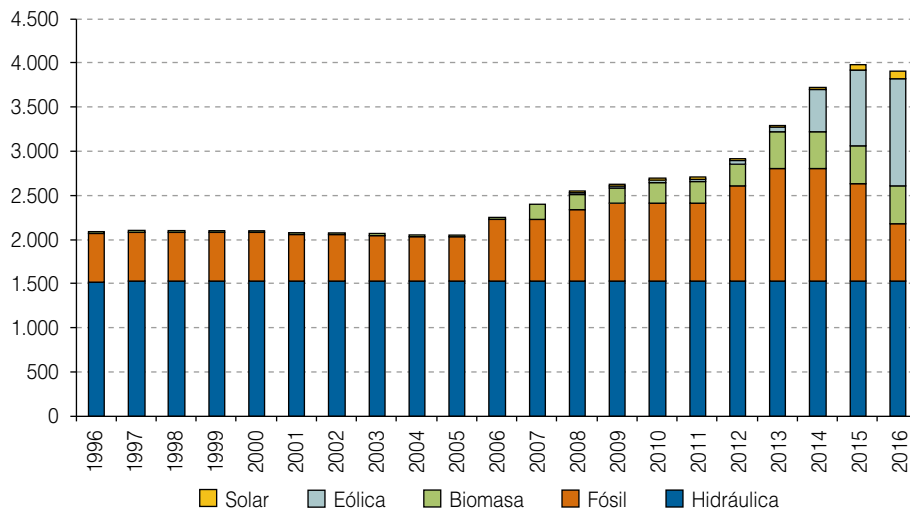
El grado de descentralización geográfica en la generación de electricidad ha crecido notoriamente, imponiendo desafíos en términos de optimización de la red eléctrica, concebida inicialmente para llevar la energía al usuario, no para gestionar la incorporación a la red de energía generada en forma dispersa. UTE está llevando adelante varias inversiones para potenciar la red de transmisión y mejorar

20 Comprende a los parques eólicos con acta de habilitación final por parte de UTE. www.energiaeolica.gub.uy.

21 *Global Wind Energy Council*, www.gwec.net.

22 Estas plantas bombean agua desde un embalse inferior (en momentos de baja demanda, como ser la madrugada) hasta otro ubicado a una altura superior, donde se almacena y vuelve a verter para generar energía hidroeléctrica cuando la demanda lo requiera. Son tecnologías complejas que se concretan a mediano y largo plazo, requiriendo mucho más tiempo en su implementación que las inversiones eólicas o solares y, por esta razón, trascienden los ciclos político-electorales.

Gráfico 6. Potencia instalada por fuente (mw)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

la distribución²³ como ser la modernización del tendido de líneas, avance hacia una SmartGrid o red inteligente,²⁴ entre otros.²⁵

En términos de capacidad instalada para la generación de energía eléctrica (sea desde fuentes renovables o no renovables), los resultados de las inversiones antes descritas se sintetizan en el gráfico 6.

Los últimos 20 años muestran una primera década caracterizada por una capacidad de generación de electricidad constante y una segunda década donde mejora la capacidad para satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica con infraestructura propia, hasta alcanzar un *peak* de 3.989 MW de potencia instalada en 2015.²⁶ Sin incremento en la capacidad instalada, la misma se habría visto cada vez más exigida para hacer frente al consumo creciente.

Entre 2006 y 2015 se multiplicó por 93 la capacidad instalada para generar electricidad a partir de biomasa, eólica y solar, al pasar de 14,5 MW a 1.346 MW, representando el 47% de la capacidad de generación con renovables en 2015 cuando en 2006 no llegaba al 1%.

En síntesis, el desarrollo de la infraestructura energética es un pilar básico en los cambios estructurales del sector y atraviesa un proceso de transformación profunda que se inició en el 2006 y aún mantiene vigencia con importantes proyectos en ejecución y adicionales previstos a futuro. Este proceso le ha permitido al país una mayor autonomía para garantizar la satisfacción de la demanda de energía y desde fuentes más diversificadas y limpias.

23 La red tiene básicamente dos niveles: transmisión (que lleva la electricidad desde donde se generó a los centros de consumo) y distribución (que lleva la electricidad al usuario).

24 Implica integrar sistemas de comunicación y control en tiempo real, lo que posibilita anticipar, detectar y responder a posibles problemas y potencialmente disminuir las pérdidas del sistema.

25 Oficina de Planeamiento y Presupuesto y Ministerio de Desarrollo Social (2016).

26 El descenso en el 2016 obedece al cese de operaciones en algunas centrales de UTE basadas en combustibles fósiles.

6. ENERGÍAS RENOVABLES EN LA NUEVA MATRIZ ENERGÉTICA

Este apartado focaliza en algunos de los efectos vinculados al enorme crecimiento del sector de las energías renovables en la última década: la diversificación de su matriz energética, el pasaje a un esquema energético más verde (y con ello a una economía más verde con menor huella de carbono en su producción), la mayor soberanía energética del país y los beneficios en la estructura de costos del sistema y su vulnerabilidad ante el cambio climático.

a) Diversificación de fuentes de energía

En consonancia con el incentivo marcado desde la Política Energética 2005-2030, en la última década aumenta notoriamente el grado de diversificación de la matriz energética del país (el que refiere a la variedad de fuentes de energía con que se satisface la demanda por energía).

Una mayor variedad de opciones de fuentes de energía reduce la vulnerabilidad del sistema global ante cambios en el precio o en la disponibilidad de alguna fuente en particular. Así, un aumento en el precio del petróleo puede ocasionar severos efectos en los costos de la energía en países no productores de crudo y con poca diversificación de su matriz, cómo un año de sequía impacta sobre aquellos países con una matriz grandemente concentrada en la hidroenergía. Ambas situaciones representaban a la anterior estructura de la matriz energética de Uruguay.

Comparando el quinquenio 2011-2015 respecto del anterior, cae aproximadamente en 12% la relevancia del petróleo crudo y gas natural en la oferta primaria bruta de energía (de 55% a 43%), cambio acompañado por un incremento del 10% en la importancia de los residuos de biomasa (de 12% a 22%) y por el surgimiento de la eólica, los biocombustibles (superando el 1% cada una) y la incipiente energía solar, sumando nuevas y más limpias fuentes de energía a la matriz.

En ese marco de mayor importancia de las fuentes renovables en la oferta de energía de Uruguay, es especialmente distinguido el rol de la biomasa a partir del 2008 y, en menor medida, de la energía eólica a partir de 2014 y de la energía solar a partir de 2015 (ver gráfico 7).

Entre el 2008 y 2014 es notorio el efecto de nivel en la producción de energía desde residuos de biomasa, con la entrada en operación regular de las dos plantas de celulosa instaladas en el país.

Por su parte, desde el 2010 se produce biomasa para obtención de biocombustibles, donde el bioetanol y biodiésel obtenidos son mezclados en forma proporcional con las gasolinas automotoras y gas oil derivados de la refinación del petróleo. Para el 2015 fue, como promedio anual, del 8% y 6%, respectivamente.²⁷ Incorporar biocombustibles permite una nueva fuente para satisfacer la demanda, a la vez que sustituye importaciones de fuentes de energía fósiles por productos autóctonos y más limpios.

El 93% de la generación eléctrica en el 2015 fue a partir de fuentes renovables, ubicando al país a la vanguardia internacional al situarse el promedio mundial en 22%.²⁸ Para dicho año, la energía eólica contribuyó con el 15%, a la luz de los 26 parques eólicos instalados a ese momento, mientras que la energía solar de desarrollo reciente (90% de la potencia instalada entra en operación durante el 2015, lo hizo con el 0,4% del total de generación eléctrica (ver gráfico 8).

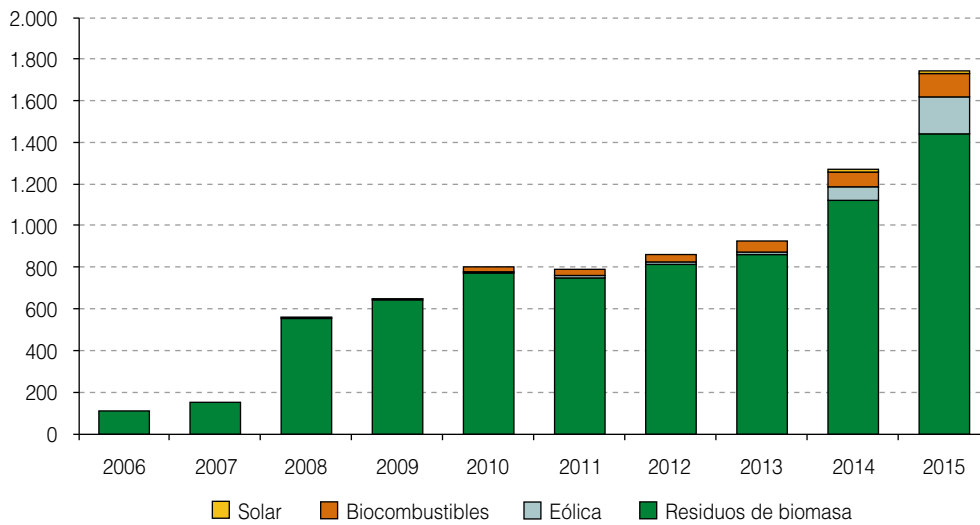
Con la mayor generación de electricidad desde recursos renovables, Uruguay logra una matriz más verde, disminuye la dependencia de fuentes no autóctonas²⁹ para generar electricidad y mejora la estructura de costos de generación.

27 Dirección Nacional de Energía (2016).

28 REN 21 (2016).

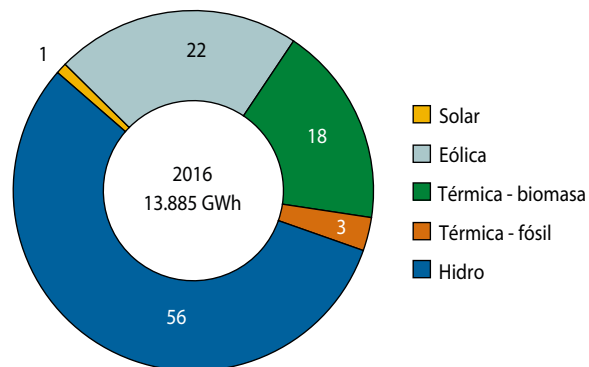
29 Uruguay no cuenta con reservas declaradas de hidrocarburos comercialmente viables, si bien en la última década es notoria la profundización y sistematización de la actividad exploratoria, principalmente a nivel

Gráfico 7. Oferta de fuentes renovables no tradicionales, por tipo de fuente (ktep)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

Gráfico 8. Matriz de generación de electricidad, 2016 (porcentajes)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

En síntesis, el crecimiento de la importancia relativa de las fuentes renovables en el global de fuentes de energía, viabilizó un cambio estructural hacia una matriz diversificada y más verde. Mientras que la Política Energética 2005-2030 establecía para el 2015 una meta del 50% de fuentes renovables en la matriz de abastecimiento del país, el porcentaje logrado fue de 57%.

offshore, en el marco de las llamadas Ronda Uruguay I del 2009 y Ronda Uruguay II del 2012 (la que atrajo a actores principales de la escena petrolera internacional y logró su reconocimiento por la transparencia y confiabilidad del proceso).

b) Mitigación de la dependencia energética externa

La oferta de energía de un país puede conformarse con producción propia de energía o bien con importaciones. En la medida que las importaciones pierdan relevancia, mayor será el grado de autonomía del país para lograr su abastecimiento energético. Análogamente, cuanto más se requiera importar, mayor será la dependencia externa.

A partir de la mayor capacidad de generación de energía (apalancada en el fortalecimiento de la infraestructura en materia de energías renovables), sumado a las interconexiones disponibles con Argentina y Brasil, el país revirtió su típica condición de importador neto de energía eléctrica hacia una posición de exportador neto regional, llegando a exportar en 2014 y 2015 más de 1.000 GWh, el 10% del total de la electricidad generada (ver gráfico 9).³⁰

En 2013, por primera vez en dos décadas no se requirieron importaciones de electricidad para satisfacer la demanda interna, realidad posible en un contexto de demanda creciente, por la mayor capacidad instalada. Esta evolución debe ser analizada con una óptica de largo plazo, al verse en lo inmediato muy influenciada por el factor aleatorio de la energía hidráulica, muy dependiente del caudal de lluvias del periodo (en particular 2014 y 2015 fueron años con alta hidrogenación).

En la medida que el país fortalece sus fuentes de energía autóctonas y especialmente si las mismas operan en diversas condiciones climáticas, como es el caso de Uruguay, la importancia del componente importado disminuye y con ello la dependencia del extranjero para lograr abastecimiento de energía. Con el desarrollo de las fuentes renovables y para cubrir su abastecimiento eléctrico, Uruguay pasó de requerir entre 20% y 25% de generación térmica (con combustibles fósiles) a un esquema donde requiere entre 5% y 7%,³¹ marcando claramente la menor dependencia del petróleo para poder cubrir la demanda energética del país.

Gráfico 9. Exportaciones e importaciones de energía eléctrica (ktep)



Fuente: Dirección Nacional de Energía (DNE).

30 Uruguay XXI. Promoción de Inversiones y Exportaciones de Bienes y Servicios (2016).

31 Cifras referidas a un año de hidraulicidad media. Datos proporcionados por UTE.

c) Cambio climático y costo de generación de energía

El cambio climático está generando alteraciones del clima con modificaciones en los patrones de ocurrencia de lluvias, tormentas, frentes fríos y cálidos afectando las actividades humanas como también la producción, almacenamiento, distribución y consumo de energía. En forma simultánea, el sector energético es un sector históricamente relevante en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero.

Para analizar las consecuencias del cambio climático respecto del costo de producir electricidad, es relevante considerar que el costo de generación de electricidad varía en función de los niveles de lluvia del año, observándose que altos niveles de lluvias conllevan más hidrogenación y que ante la falta de lluvias la opción era incrementar las importaciones de petróleo (o sus derivados) para producir electricidad, aumentando los costos de la generación eléctrica. En cuánto aumentan, depende sobre todo del valor coyuntural de los hidrocarburos a nivel internacional, lo que trasladaba la volatilidad de dichos mercados a la estructura de costos en la electricidad.

El problema anterior, claro está, se profundiza en un contexto de cambio climático como el actual. Sin embargo, a partir de la intensa diversificación de los últimos años, se está generando un doble impacto en la estructura de costos: su tendencia general a la baja y una menor dependencia del factor climático.

Cuadro 1. Costo medio anual de generación de energía eléctrica según probabilidad de lluvia (US\$/MWh)

Probabilidad de lluvias	Costo estimado (2011)	Costo estimado (2016)
Año lluvioso	39	34
Lluvias medias	73	46
Año seco	108	59

Fuente: Dirección Nacional de Energía (2014).

Sin importar la situación climática, los costos medios de generación bajan, a la vez que a dicho efecto se suma el progresivo cierre de la brecha de vulnerabilidad climática: el costo de generación entre un año seco y uno lluvioso cae en 64% (la brecha pasa de 69 US\$/MWh en 2011 a 25 US\$/MWh en 2016).

Las razones de estos efectos son, por un lado, que la infraestructura de generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables conlleva generalmente menores costos de mantenimiento una vez operativa. Por otro lado, el recurso renovable es de libre acceso, mientras que los recursos no renovables tienen un costo de adquisición, el que generalmente suele ser muy volátil.³²

Sin embargo, de momento la reducción en el costo de generación de energía eléctrica no ha sido trasladada a los precios que paga el usuario final para acceder a ella. Al evolucionar el costo de acceso a la energía eléctrica en forma similar a la inflación, el nuevo esquema energético aún no ha impactado positivamente en la competitividad de la industria nacional, más allá de la mejora de su nivel de huella de carbono (los productos ahora son más verdes, pues la energía utilizada en su proceso productivo es más limpia que antes).

Las últimas medidas de política parecen revertir esta realidad. El MIEM ha lanzado recientemente (mayo de 2017) un beneficio que permitirá a las industrias obtener hasta el 25% de descuento en el cargo de

32 Dirección Nacional de Energía (2014).

energía eléctrica, cuando su gasto anual en energía eléctrica sobre el valor bruto de producción anual sea mayor o igual a 2,5% (y mantengan o aumenten su producción física).³³

Finalmente, también es relevante el efecto del llamado Fondo de Estabilización Energética, creado en 2011 para reducir el impacto negativo en los costos ante situaciones de déficit hídrico,³⁴ que también aporta para que Uruguay reduzca su vulnerabilidad al cambio climático y a potenciales sequías que afecten las represas hidráulicas.

7. SÍNTESIS DE LA SITUACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

En la última década Uruguay presenta una tendencia creciente en sus niveles de producción y consumo de energía, en línea con el contexto internacional (principalmente países en desarrollo).

La importancia relativa de las fuentes renovables dentro de la oferta de energía del país se incrementa notoriamente (destacándose, en primer lugar, el crecimiento de los residuos de biomasa desde el 2008), a la vez que surgen nuevas fuentes antes inexistentes en el país: eólica, solar y biomasa para biocombustibles.

El 97% de la generación eléctrica en el 2016 provino de fuentes renovables, superando ampliamente el promedio mundial (22%).

La matriz energética está más diversificada y con fuentes más limpias, representando un cambio estructural en el sector y posicionando a Uruguay entre los referentes mundiales de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y se alinea con el compromiso asumido en París en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP21), de 2015, de combatir la emisión de gases de efecto invernadero.

Esta transformación tiene como pilar fundamental la concreción de un conjunto de inversiones clave, donde en materia de energías renovables destacan las centrales térmicas para generar electricidad desde la biomasa, los parques eólicos, las plantas de biocombustibles y las plantas solares fotovoltaicas. Estas inversiones, sumadas a otras vinculadas en el marco de la planificación sectorial, como ser las obras de interconexión eléctrica regional y de infraestructura energética de no renovables, están desarrollando la capacidad y diversidad de fuentes de producción de energía, aumentando la calidad de la energía ofrecida y del servicio asociado, mitigando del impacto ambiental, mejorando la estructura de costos (bajando los costos de generación de electricidad y la vulnerabilidad del sistema en un contexto de cambio climático) y brindando mayor autonomía del país para abastecerse de energía en un contexto de demanda creciente.

El avance logrado fue posible sobre la base de dos ejes fundamentales: el marco definido por la Política Energética 2005-2030 para el sector y el clima propicio para invertir en el país, generando un esquema transparente y con seguridad al inversor.

El cambio logrado y las previsiones para los próximos años, de profundización del esquema hacia energías limpias y con eficiencia energética, hace que sea muy relevante profundizar en el dimensionamiento y conocimiento de las características del empleo en el sector de energías renovables en Uruguay.

33 Decreto 118/017.

34 El Fondo brinda la posibilidad de que ante una situación climática adversa se cuente con los recursos para cubrir el déficit provocado por el sobre costo energético, sin afectar las tarifas ni las finanzas públicas.

Capítulo IV

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA EÓLICA



1. LA CADENA DE VALOR

Al cierre del 2016 la potencia instalada para generación de energía eléctrica en parques eólicos en Uruguay era de 1.166 MW³⁵ y se espera que para el 2017 la cifra sea de 1.500 MW, con 31 parques con potencia autorizada de 10 MW o superior (hasta 142 MW como máximo).

De esta forma, se estima que el 38%³⁶ de la electricidad generada en el país será de fuente eólica, cifra cercana al 42% de Dinamarca en 2015, líder mundial en esta materia.³⁷

En 2017 la estatal UTE será propietaria de siete parques eólicos (único propietario de dos de ellos y junto con otros accionistas con diversos esquemas societarios en los cinco restantes), mientras que los otros son de propiedad privada, algunas de empresas de capital extranjero, otras de capital nacional o mixto.

En la cadena de valor se observa que durante los primeros años del parque el propietario contrata la operación y mantenimiento a una empresa privada, que normalmente es la misma empresa proveedora de los equipos, quedando en manos del propietario el control sobre estas actividades. Una vez finalizados estos contratos, el propietario puede procurar renovarlos, cambiar la empresa proveedora de los servicios de operación y mantenimiento, o bien hacerse cargo de los mismos, para ello debería contar con las capacidades requeridas. Para el caso de la empresa estatal, se prevé que UTE mantenga una postura estratégica de gestión de sus propios activos, por lo que posiblemente va a procurar hacerse cargo de la operación y mantenimiento de sus parques.

Existen cinco proveedores internacionales de tecnología y equipos para todos los parques eólicos: Vestas, Suzlon, Gamesa, Nordex y Enercon. Según el parque considerado, la UTE ha optado para sus

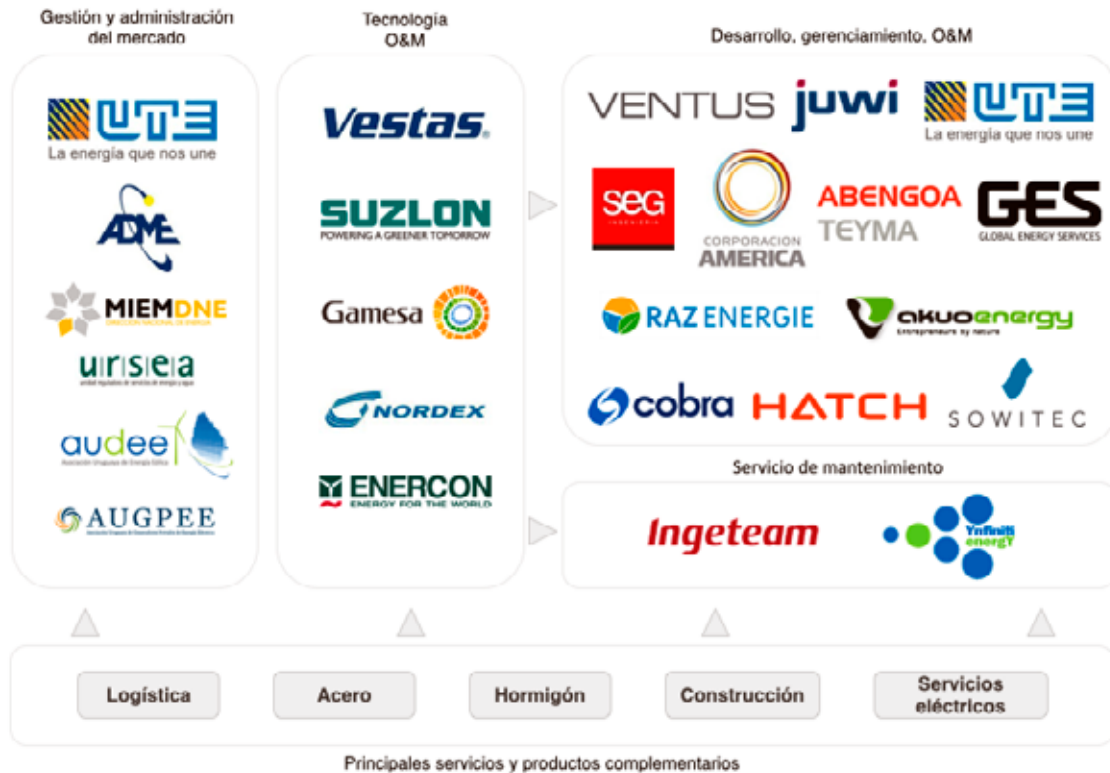
35 UTE, Gerencia de Área Generación.

36 *Ídem*.

37 *Global Wind Energy Council* (2017).

parques por una u otra de estas empresas proveedoras (en el marco del proceso de selección en las licitaciones) habiendo trabajado con todas excepto con Enercon.

Diagrama 2. Principales actores y roles en la cadena de valor del sector eólico



Fuente: Elaboración del autor.

En algunos casos se constata que el fabricante de los aerogeneradores es adicionalmente el propietario del parque eólico (inversor).

Los aerogeneradores instalados en los parques son equipos con alto grado de automatización en su funcionamiento. Generalmente, los proveedores internacionales de los equipos ligan las garantías sobre los mismos al hecho de que se les otorgue su operación y mantenimiento durante los primeros años de vida útil del parque, lo que termina siendo una decisión del inversor.

Es así que los servicios de operación y mantenimiento, que tienen como objetivo lograr un óptimo funcionamiento y rendimiento de los equipos, implica para los proveedores tecnológicos internacionales contar con centros de servicios, redes logísticas con *stocks* de repuestos y centros de control y monitoreo en tiempo real de la operación de los aerogeneradores, para dar cobertura a todos los parques.³⁸

Por tanto, comúnmente la operación de los parques refiere al monitoreo permanente de los aerogeneradores en un marco de protocolos de actuación muy estandarizados, pudiendo derivar, como posibles

38 Por ejemplo, en el caso de Gamesa, la empresa consta de 18 centros de servicios para cubrir el servicio con proximidad geográfica en más de 30 países en el mundo y con centros de control para el monitoreo

acciones, en un reinicio del equipo a distancia o bien en la necesidad de contactar al equipo de mantenimiento para que acuda físicamente al aerogenerador.

Por su parte, el mantenimiento refiere a las actividades rutinarias preestablecidas para la prevención de dificultades en la disponibilidad, utilización y rendimiento de los aerogeneradores (mantenimiento preventivo), así como a las actividades para solucionar estos problemas cuando efectivamente ocurren (mantenimiento correctivo). Este servicio es brindado principalmente por las empresas internacionales en el marco de sus contratos de mantenimiento (sobre todo puertas adentro del aerogenerador). Entre estas empresas se encuentran algunas que han optado por radicarse en el país, focalizadas en el servicio de mantenimiento de parques eólicos y solares, habiendo sido contratadas por las proveedoras de tecnología para cumplir con el servicio de mantenimiento por estas comprometido con el propietario del parque.

Si la operación se realiza en forma totalmente remota desde cualquier parte del mundo en centros de control donde se operan varios parques en forma simultánea, estrictamente esta función no redundaría en puestos de trabajo en el país. Esta es la realidad más común para los parques de mayor potencia operativos en el país. En el caso de UTE, como parte de su estrategia y vocación por operar sus propios activos, la empresa estatal aspira a contar con su propio centro de control en Uruguay a mediano plazo, en la medida que los contratos de operación y mantenimiento de los primeros parques vayan finalizando.

En los parques de menor potencia el servicio de mantenimiento del fabricante suele ser por menos años, abriendo la posibilidad a otras empresas de mantenimiento antes que en el caso de parques grandes.

Como otro actor fundamental en la cadena de valor eólica surge la figura del desarrollador, cuyo negocio en la etapa previa a la construcción del parque consiste generalmente en conseguir el sitio del emplazamiento, gestionar los permisos y contratos asociados al emprendimiento así como los beneficios en el marco de la promoción de inversiones, realizar estudios técnicos de disponibilidad del recurso y el diseño del parque seleccionando la tecnología más adecuada, entre otras, y vender el proyecto global como un paquete previo a su construcción (*ready to build*). Habitualmente esta venta se realiza a un inversionista, ya sea con una licitación ganada o con la posibilidad de licitación ganada. Por tanto, el inversor tiene la opción de realizar desde el inicio del proyecto el desarrollo por sí mismo, con sus capacidades, o bien lo compra a un desarrollador como un proyecto armado.

Una vez desarrollado el proyecto se pasa a la fase de construcción. Tanto para esta fase como durante la operación regular del parque en servicio es habitual la contratación, por parte del inversor, de varios servicios de gerenciamiento, ya sea a un mismo actor en forma global o bien a un conjunto de actores diferentes. El gerenciamiento de la construcción del parque es uno de los más relevantes y es ejecutado –en el caso de Uruguay– en gran medida por empresas extranjeras, implicando la planificación detallada de la obra y la supervisión a las empresas de construcción locales subcontratadas para la ejecución de la obra civil requerida. A diferencia del caso solar, donde se cuenta con empresas con *expertise* específico para obras civiles del sector fotovoltaico, en el caso eólico no se detalla cuáles son las empresas constructoras locales que participaron de las obras civiles. Otros servicios ofrecidos por algunos desarrolladores son de supervisión de obra, de *due diligence*,³⁹ entre otros.

Una vez que el parque está en servicio, es habitual la contratación del gerenciamiento operativo y económico, contratando a otra empresa o bien al propio desarrollador (basados en su conocimiento en el proyecto así como en su vínculo ya creado con el propietario del predio). El gerenciamiento económico se torna un servicio clave especialmente en el caso de los parques que apostaron al mercado

en tiempo real de las turbinas, ubicados en tres países, España, Estados Unidos e India. Fuente: www.gamesacorp.com

39 Implica un análisis previo a la concreción de un negocio donde se aporta una evaluación independiente y detallada del mismo, contribuyendo a una mejor toma de decisiones y negociación, identificando asuntos que podrían ayudar al inversionista a reducir los riesgos asociados.

spot, es decir sin un contrato de compra-venta con la estatal UTE, como es el caso de varios parques de potencia menor. Lo más común es que este gerenciamiento no abarque la gestión operativa de los aerogeneradores puertas adentro (realizado por el proveedor de los mismos), pero sí de los otros activos clave de infraestructura, como ser las subestaciones o líneas de conexión interna del parque.

El gerenciamiento operativo implica, entre otras cosas, monitorear los datos del sistema SCADA⁴⁰ instalado en el parque en el marco del cuidado de los activos del propietario, actuando como contraparte técnica especializada frente al proveedor de los equipos ante eventuales desacuerdos en el rendimiento del mismo.⁴¹ En este esquema, esta función de supervisión o monitoreo en paralelo a la operación propiamente dicha, para garantizar los intereses del propietario (que algunos actores también se le denomina operación) implica puestos de trabajo (por medio del procesamiento y análisis de datos del SCADA y de representación ante el proveedor tecnológico), considerados en la estimación de puestos de trabajo presentada más adelante. En otros casos, principalmente en parques chicos, el propietario prefiere contratar apoyos puntuales (no permanentes) para el seguimiento de la operación del parque con reportes y realización de auditorías externas de rendimiento del parque o inspecciones técnicas.

De esta forma, el gerenciamiento operativo también puede abarcar la administración de las gestiones con UTE, con ADME (Administración del Mercado Eléctrico), con la DNE (Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Minería), con la DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente), con el propietario del predio donde se encuentra el parque, con proveedores de servicios (desde corte de pasto a profesionales para relevamientos ambientales), entre otras, por lo que su alcance puede variar desde la sola gestión del vínculo con algún actor clave, hasta la incorporación de funciones técnicas como ser el mantenimiento de subestaciones, dependiendo de las necesidades del propietario del parque.

Según pudo relevarse, los factores clave en el éxito detrás de la atracción de inversionistas interesados en apostar al sector eólico en Uruguay, a diferencia de otros países que subsidiaron la inversión en el mercado eléctrico, están en la formulación de un marco muy atractivo y simple para diferentes tipos de inversionistas, así como en el esquema general de promoción de inversiones en el país.⁴² Uruguay ofreció contratos de largo plazo con certezas para el inversionista sobre la venta de la energía producida en su parque, así como precios de colocación en dólares,⁴³ reajustables con paramétricas relativamente simples. Este marco facilitó el acceso al financiamiento a largo plazo y se ha constituido en una experiencia exitosa que otros países han querido conocer a fondo, para

40 *Supervisory Control a Data Acquisition* (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), es un concepto empleado para referir a la tecnología y sistemas de información que permiten monitorear procesos productivos a distancia.

41 En el marco de la contraposición de intereses generada (maximización de rendimiento *versus* minimización de costos de mantenimiento y riesgo de sostenibilidad), colaborando con el inversor en las eventuales negociaciones con el proveedor tecnológico.

42 Al respecto, la Ley 16.906 declara de interés nacional la promoción y protección de inversiones nacionales y extranjeras. Los proyectos de inversión promovidos por el Poder Ejecutivo, entre los que se encuentran la generación de electricidad desde fuentes renovables (Decreto 354/009), podrán exonerar del Impuesto a la Renta de las Actividades Económicas (IRAE) entre el 20% y el 100% del monto invertido, según tipificación del proyecto. La tasa única a nivel nacional del IRAE es de 25%. También se exoneran del Impuesto al Patrimonio los bienes muebles del activo fijo y obras civiles y se recupera el IVA de las compras de materiales y servicios para estas últimas. Se exonera de tasas o tributos la importación de bienes muebles del activo fijo no competitivos de la industria nacional.

Un aspecto a destacar de la reglamentación del régimen de promoción (Decreto 2/012) es que aquellos proyectos de inversión que cumplan metas en materia de utilización de tecnologías limpias tendrán la posibilidad de descontar un porcentaje mayor del IRAE.

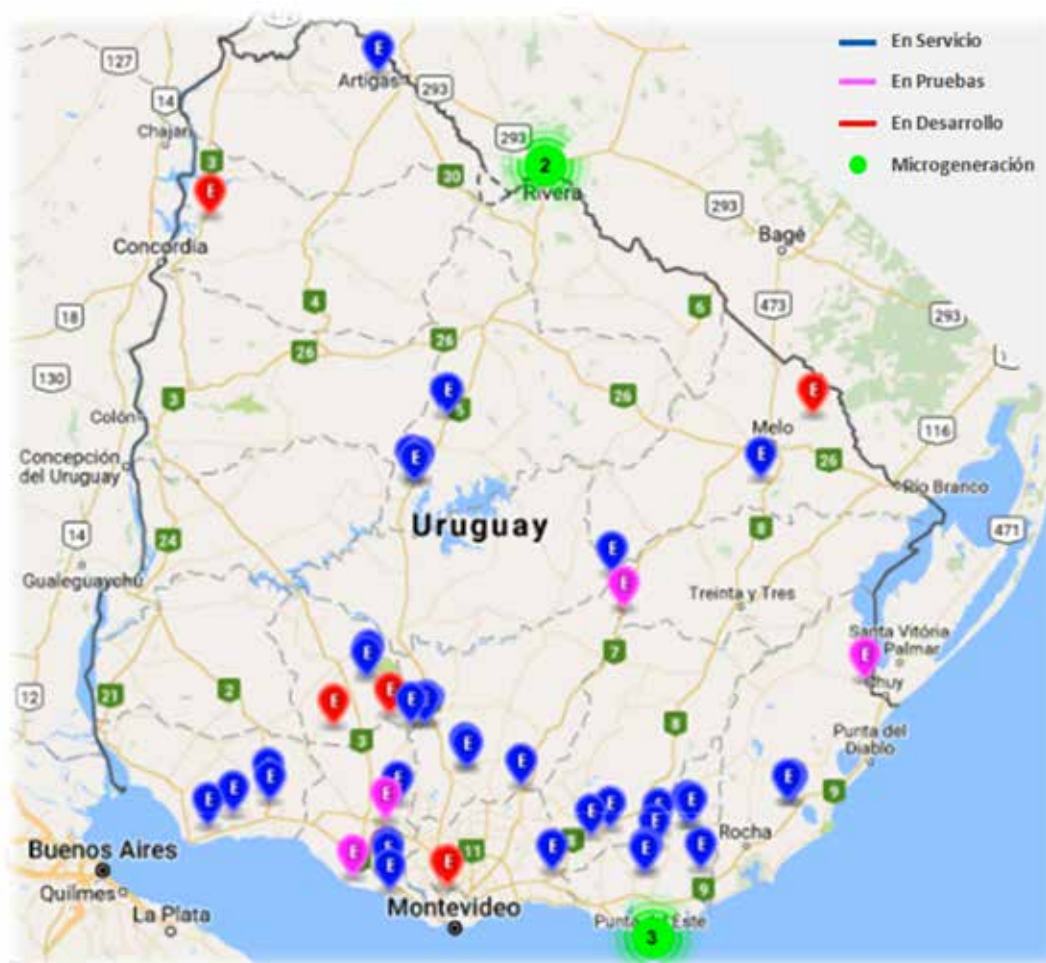
43 La tarifa es en dólares americanos pero no es fija, sino que varía en función de una paramétrica donde el tipo de cambio es una de las variables que toma, de forma que cuando el tipo de cambio aumenta la tarifa baja parcialmente.

tomar lecciones aprendidas en el marco de la formulación de sus propios procesos de desarrollo de las energías renovables.

2. DESCENTRALIZACIÓN TERRITORIAL

Los puntos de generación en la fuente renovable eólica están distribuidos en todo el país. Si bien la amplia mayoría de los parques se encuentra al sur del mismo, esto es al sur del Río Negro, el que cruza el país horizontalmente, todos los parques ubicados al norte del mismo son parques con una potencia importante, en ningún caso menor a los 50 MW. De hecho, el parque más grande (Parque Pampa, con 142 MW de potencia comprometida) se ubica al norte del Río Negro en el departamento de Tacuarembó.

Mapa 1. Distribución geográfica de puntos de generación de energía eólica



Fuente: UTE.

De acuerdo con la información relevada en UTE la microgeneración⁴⁴ en el caso de la energía eólica tiene mucho menor presencia en el país que la solar fotovoltaica, a la inversa de lo que sucede a nivel de generación.

⁴⁴ Potencias menores a 150 kW.

3. EMPLEO DIRECTO EN EL SUBSECTOR EÓLICO

a) Puestos de empleo permanentes

Metodológicamente se considerará que los empleos permanentes son aquellos generados para dar cobertura al servicio de operación y mantenimiento durante la vida útil de los parques (presencial en el parque o bien a distancia desde algún lugar del país), así como los empleos cuyo objetivo es cumplir con un conjunto de servicios centralizados desde las empresas del sector instaladas en el país (como por ejemplo, el diseño de un parque eólico). Los empleos no permanentes, por su parte, refieren exclusivamente a los empleos creados durante la fase de construcción de los parques y serán abordados en el próximo apartado.

La normativa que regula el fomento y desarrollo de los proyectos eólicos también apoya ambas categorías de empleo. La reglamentación para la incorporación de energía de fuente eólica en contratos con privados ha ido evolucionando con el tiempo.⁴⁵ A excepción de un primer llamado a proyectos, de potencia menor, del segundo en adelante rige un contenido mínimo local de 20%: se estableció que “los insumos nacionales que integran la inversión deben alcanzar, como mínimo, el 20% del monto total de la inversión realizada para la construcción del parque eólico, sin considerar las obras de infraestructura necesarias para su inserción en el Sistema Interconectado Nacional”; aspecto con efectos principalmente sobre la fase de construcción (empleos no permanentes).

Al momento de postularse los inversores comprometen un determinado porcentaje de contenido local, el que se constituye en una variable determinante *a posteriori* para la adjudicación o no del parque (junto a otras variables). Si bien en todos los proyectos se ha cumplido con el porcentaje mínimo de 20% de componente local establecido en la normativa, no en todos los casos se ha cumplido con el porcentaje comprometido, aspecto verificado una vez que la inversión está finalizada por parte del agente certificador (CIU), lo que conlleva penalizaciones en el precio de compra de la energía abonado por parte de UTE.

A efectos de profundizar el suministro de bienes de capital (dentro del contenido local global de los proyectos), durante el proceso el MIEM incluyó en las convocatorias relativas a los parques propios de UTE y fotovoltaicos, la aplicación de una matriz de puntaje para los bienes de capital en el que se exigía la acreditación de cierto porcentaje mínimo por la vía de este rubro y que determinados bienes debían ser de origen nacional para su correspondiente asignación de puntaje.

A grandes rasgos, el trabajo a desarrollar desde la concepción o idea inicial del proyecto hasta la puesta en operación de un parque eólico, abarca un conjunto de fases que se pueden resumir en el siguiente diagrama 3.

El detalle de las actividades dentro de cada fase es el siguiente:

- **Análisis preliminares:** se requiere un análisis de prospección de sitios adecuados para el emplazamiento y su selección, la realización de estudios de viabilidad del recurso eólico en ese punto del territorio, de la conexión a la red eléctrica, de facilidad logística, entre otros aspectos ambientales, económicos y sociales. Según pudo relevarse, las cuatro variables principales a evaluar para la selección del emplazamiento son la calidad del recurso eólico, la facilidad en el acceso logístico, el tamaño de la brecha de infraestructura existente para lograr la conexión a la red eléctrica nacional que permita inyectar la energía del parque y las condiciones medioambientales y sociales del sitio.

⁴⁵ El contenido del “Manual para solicitud de certificación del componente nacional de la inversión” (actualmente en revisión), puede ser consultado en: www.ciu.com.uy/downloads/2014/indice_manual.pdf

Diagrama 3. Fases de un proyecto eólico



Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

- **Prospección detallada del recurso eólico:** implica el diseño del plan de medición, la instalación de torres de medición y el análisis de los datos generados.
- **Diseño del parque eólico:** conlleva la selección de aerogeneradores apropiados (análisis técnico-económico), realización del diseño de caminería y obra civil, diseño eléctrico del parque, subestaciones, líneas y conexión al sistema la redes de transmisión y distribución, planificación de la logística de transporte de equipos (coordinación terrestre y marítimo-portuario) y del montaje, así como definición de los planes de seguridad y gestión ambiental.
- **Construcción e instalación:** abarca la construcción del parque, inspección en puntos de control definidos, montaje y entrada a operación.
- **Gerenciamiento:** refiere al gerenciamiento del proyecto desde su concepción hasta la puesta en operación del parque. Es común que el inversionista decida continuar con el gerenciamiento del parque por parte de un tercero incluso luego de su entrada en operación, abarcando el gerenciamiento operativo, administrativo y del mantenimiento del parque.
- **Gestión de autorizaciones:** implica la tramitación ante organizaciones del sector público, en las materias ambientales, económicas, logísticas y sociales que requiere el proyecto en sus diversas etapas de ejecución.

En el caso de empresas instaladas en el país, para llevar adelante las etapas de análisis preliminares, prospección del recurso, gerenciamiento y gestión de autorizaciones, en la amplia mayoría de los casos se recurre a los empleados que ya forman parte del *staff* permanente de las empresas del sector, como ocurre también con las actividades para el gerenciamiento y O&M en los parques que se encuentren en servicio y formen parte de su cartera regular de la empresa. Obviamente la dimensión del equipo permanente de las empresas evoluciona en función del volumen de negocios, prácticas y nivel de eficiencia por estas logrado.

En el presente trabajo se propone una estimación global de empleos permanentes para el conjunto del sector, procurando discriminar los puestos cuyo lugar de trabajo es *in situ* en los parques o su entorno, de aquellos vinculados a servicios centralizados en las oficinas centrales de las empresas.

Es muy diferente el caso para la fase de construcción e instalación, donde se requiere gran cantidad de recursos no permanentes asignados proyecto a proyecto.

En ocasiones las fases son contratadas como un paquete global para su ejecución bajo una modalidad "llave en mano" (o EPC, *Engineering, Procurement and Construction*), donde la empresa contratada se compromete con el propietario a una fecha de entrega del parque eólico operativo y se hace cargo de todas las gestiones requeridas para el desarrollo de cada una de las fases.

Tal es la modalidad elegida por la estatal UTE para todos sus parques, contratando llave en mano con las empresas proveedoras de la tecnología y operación, limitando su participación al control y

seguimiento de ejecución del proyecto (avance de cronograma, calidad del trabajo, verificación de aportes de seguridad social, entre otros).

En otros casos, el propietario identifica las necesidades de servicios y aprovisionamiento y las satisface caso a caso, contratando directamente con los proveedores que desee seleccionar para el proyecto.

En Uruguay se han aplicado ambas modalidades, observándose que cuanto mayor sea la capacidad de gestión y gerenciamiento del proyecto por parte del propietario del parque, menor será la subcontratación, en un contexto de negocio donde el factor tiempo y la buena coordinación son esenciales para lograr la adecuada eficiencia en costos.

En particular, para los parques de mayor potencia y en el inicio del proceso de instalación de parques, fue escasa la posibilidad de cubrir con recursos locales las actividades directamente vinculadas al corazón del negocio eólico, que ocurren sobre todo en las tres primeras fases (análisis preliminares, prospección detallada del recurso eólico y diseño del parque eólico), así como durante el montaje (en la fase de construcción e instalación). Esto es así porque, por un lado, desde las organizaciones de financiamiento internacional (otorgantes de los créditos de varias decenas de millones de dólares que financiaron los proyectos más grandes) se solicita que algunas actividades clave (como, por ejemplo, la evaluación del potencial eólico o el diseño del parque) sean realizadas por firmas internacionales de su confianza, más allá de que el *expertise* al respecto pueda encontrarse en firmas locales y porque, por otro lado, inicialmente las actividades requerían de un conocimiento muy específico de la tecnología de los equipos que no estaban disponibles en el país.

Como consecuencia, la mayor parte de las actividades de análisis preliminar, de prospección del recurso, de diseño de parques y de montaje (en este último caso directamente por técnicos del fabricante de la tecnología, en algunos casos con ayudantes locales), fueron realizadas por técnicos extranjeros principalmente en parques grandes y en los primeros proyectos, si bien con el tiempo algunas empresas locales lograron desarrollar capacidades propias en varias de estas actividades.

Respecto de los técnicos extranjeros, se destaca especialmente la coyuntura favorable que se encontró para la contratación a costos accesibles de recursos altamente capacitados provenientes de España (tanto profesionales independientes como empresas de servicios), país de amplia experiencia previa en desarrollo del sector eólico y en un contexto de crisis económica del país que obligó a las empresas a la búsqueda de oportunidades fuera de fronteras. A esto se suma el esquema que permite a las empresas, por medio de un convenio entre Uruguay y España, evitar la doble imposición en un esquema de interpretación simple para las empresas involucradas.⁴⁶

Se pudo relevar que estos recursos extranjeros transfirieron a los profesionales y técnicos nacionales conocimiento muy valioso para comprender las especificidades del sector y en algunos casos generar capacidades locales.

Por su parte, las fases de gerenciamiento global del proyecto y gestión de autorizaciones ante organizaciones del sector público y de construcción e instalación propiamente dicha (esta última analizada en detalle en el próximo apartado), presentaron mayor margen para la incorporación de recursos locales desde el inicio del proceso.

Una vez en servicio, los parques eólicos cuentan con un conjunto de trabajadores que acuden regularmente durante todo el año a las instalaciones para cumplir un conjunto de funciones: supervisión, mantenimiento, administración y otros servicios de apoyo. Algunos son trabajadores en representación

46 Al respecto puede consultarse: <https://es.slideshare.net/SPRICOMUNICA/experiencia-de-la-empresa-vascages-en-uruguay>

del propietario (para control del funcionamiento y del cumplimiento del servicio de mantenimiento) y otros son dependientes de las empresas subcontratadas, según el caso.

Respecto de la función de mantenimiento, esta se lleva adelante con equipos de trabajo generalmente organizados en duplas de técnicos –capacitados especialmente para la función por la propia empresa o bien en academias del ámbito privado no institucionalizado– con un supervisor (profesional ingeniero). La cantidad de duplas depende del tamaño del parque, pero a modo de referencia, para un parque con 30 aerogeneradores se requieren tres duplas en régimen *full time* durante todo el año.

Como fue mencionado, el mantenimiento puede ser preventivo o correctivo, donde el primero implica generalmente la realización de un mantenimiento de frecuencia anual –que habitualmente implica tres días de trabajo– y otro mantenimiento semestral –implicando dos días de trabajo– por aerogenerador. El correctivo se ejecuta cuando surgen inconvenientes durante la operación y requiere de un servicio de guardia (a demanda según las necesidades). La función de mantenimiento es apoyada por administrativos, para las compras de repuestos, materiales y arreglos logísticos.

El cuadro 2 es representativo en materia de empleos permanentes *full time* para operación y mantenimiento para un parque de 25 a 30 aerogeneradores. Los parques con 25 aerogeneradores y una potencia asociada de 50 MW (2 MW por aerogenerador) son el caso más frecuente en el país, totalizando ocho parques.

Cuadro 2. Puestos de empleo permanentes a tiempo completo para O&M de un parque eólico con 25 a 30 aerogeneradores (50 a 65 MW de potencia)

Proveedor del recurso laboral	Personal profesional	Personal técnico calificado	No calificado
Empresa propietaria	1 (ingeniero)	1 (eléctrico o electromecánico o mecánico)	0
Empresa de mantenimiento	1 (ingeniero)	6 (eléctrico o electromecánico o mecánico)	1 (administrativo de compras, logística, etc.)
Empresa de seguridad perimetral	0	0	3 (tres turnos de un guardia <i>full time</i>)
Total	2	7	4

Fuente: UTE.

a/ Los puestos de empleo permanentes son aquellos necesarios para llevar adelante la operativa regular durante el año. El empleo permanente no considera los casos de empleo por única vez, como el requerido para la fase de construcción y montaje de las instalaciones, ni empleos en el marco de situaciones de trabajo sazonal o estacionalidad. Los puestos permanentes son considerados en términos *full time* equivalente, es decir, que al cuantificarlos se llevan a una misma medida de puestos anuales a tiempo completo. A modo de ejemplo, dos puestos de media jornada computan como un puesto *full time* equivalente.

La primera fila del cuadro responde a la función de gerenciamiento operativo del parque eólico que abarca un conjunto de actividades por parte del propietario del parque, principalmente de control pero también de administración de contratos para operación y mantenimiento de los activos del mismo, tendientes a maximizar su disponibilidad y que son ejecutadas con personal propio o tercerizado, siendo esto último lo más común. Asimismo, se debe destacar que la presencia diaria permanente de personal técnico y profesional, tanto para

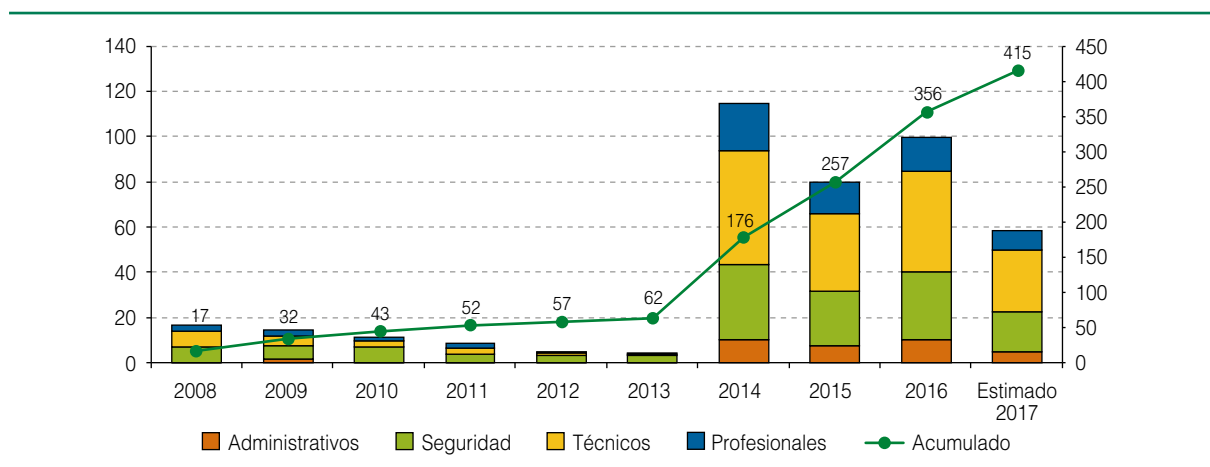
este gerenciamiento como para el mantenimiento, ocurre principalmente en los parques de mayor potencia, donde es menester cuidar la disponibilidad de los equipos para no enfrentar penalizaciones económicas por bajo rendimiento. En el caso de los parques de menor potencia el gerenciamiento se realiza a distancia y el mantenimiento suele ser cubierto con cuadrillas que se trasladan de un parque a otro (la cantidad de cuadrillas varía en función del volumen de parques mantenido por la empresa que se trate).

Para estimar los empleos permanentes totales se realizó la extrapolación al total de parques en servicio y en fase de pruebas al cierre del 2016 (34 y 4 parques, respectivamente), basado en los empleos de referencia obtenidos en las entrevistas realizadas y considerando que el sector eólico tiene un alto grado de escalabilidad, en el sentido de que, conociendo los requisitos de empleo de un emprendimiento, los datos son relativamente extrapolables al resto de los emprendimientos. La extrapolación se realizó en función de la cantidad de aerogeneradores instalados para el caso del empleo permanente y en función de la potencia instalada cuando nos refiramos a la fase de diseño y construcción, sobre la base de la información relevada.

Como excepciones a lo anterior, no se escalan linealmente la cantidad de ingenieros supervisores de mantenimiento y para el control por parte del propietario⁴⁷ ni el personal de seguridad perimetral (estimado en tres puestos de ocho horas diarias para cubrir las 24 horas del día la seguridad del predio, independientemente del tamaño del parque) y, finalmente, es parcialmente escalable la cantidad de administrativos.⁴⁸

A partir de la aplicación de esta metodología, la estimación de empleos permanentes creados por año es la que surge en el siguiente gráfico 10.

Gráfico 10. Puestos permanentes equivalentes a tiempo completo creados en O&M de parques eólicos, según tipo de cargo



Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

Para completar la estimación de puestos permanentes en el sector eólico, restaría adicionar a lo anterior la cantidad de puestos creados para dar cumplimiento al gerenciamiento global de los parques en operación, así como los referidos a servicios de apoyo y a niveles gerenciales (en empresas desarrolladoras y proveedoras internacionales). Finalmente, también se estiman los puestos permanentes en el país para dar cumplimiento a las fases previas a la construcción e instalación y para realizar la supervisión de

47 El relevamiento realizado lleva a suponer un puesto *full time* para el cargo de supervisor de mantenimiento para parques con más de cinco aerogeneradores y un puesto *part time* (cuatro horas diarias) para parques con menos de cinco.

48 Se supuso dos puestos *full time* de administrativo para parques con más de 35 aerogeneradores, un puesto *full time* para parques con 5 a 34 aerogeneradores (representando la amplia mayoría de los casos) y un puesto *part time* (cuatro horas) de administrativo para los casos con menos de cinco aerogeneradores.

Cuadro 3. Puestos permanentes creados en el sector eólico, sin O&M^{a/}

Función	Puestos permanentes <i>full time</i>	Porcentajes
Gerencial, administración y otros servicios de apoyo	40	33
Desarrollo de parques y gerenciamiento de proyectos	69	58
Supervisión de obras	11	9
Total	120	100

Fuente: Elaboración propia con base en relevamiento de datos.

^{a/} Si bien se excluyen de la estimación los puestos que forman parte de los equipos dedicados a la operación y mantenimiento en las empresas desarrolladoras y en los operadores internacionales, la estimación puede no discriminar correctamente algunos solapamientos en función del carácter *multi-tasking* de los cargos en algunas de las empresas.

obras, ambas cubiertas con personal de las empresas desarrolladoras. La estimación de estos puestos para el 2016 se presenta en el cuadro 3, agrupándolos por función. No se cuenta con información para su desagregación anual, pero se trata de puestos creados durante el periodo 2008 a 2016.

Mientras que para el cumplimiento de la función administrativa se observa la participación de profesionales y auxiliares de menor calificación, en particular es importante la presencia de profesionales altamente calificados (esencialmente ingenieros pero también arquitectos), técnicos y estudiantes universitarios en el desarrollo y gerenciamiento de proyectos así como en la supervisión de obras.

En términos agregados, al acumular para todo el periodo considerado, incluyendo los casos en desarrollo para el 2017, se estima que se han generado 34 puestos de trabajo permanentes por cada 100 MW de potencia autorizada, totalizando 500 puestos *full time* para 1.479 MW.

De los 34 puestos cada 100 MW de potencia, ocho serían profesionales (principalmente de ingeniería, pero también de arquitectura y contabilidad y finanzas, entre otras, según la función que se trate), 14 técnicos eléctricos o mecánicos, tres administrativos y nueve de seguridad perimetral.

Para dar cumplimiento a las funciones gerenciales, de desarrollo de proyectos e ingeniería es muy elevada la presencia de profesionales y en la operación y mantenimiento predomina la necesidad de técnicos eléctricos, mecánicos o electromecánicos. Es así que la necesidad en las empresas de mantener o fortalecer el *staff* de profesionales de ingeniería y arquitectura altamente capacitados y con conocimiento específico del sector eólico, está ligada directamente al desarrollo de nuevos proyectos, aspecto a profundizar en el marco de las perspectivas futuras del sector.

b) Puestos de empleo no permanentes

Como empleo no permanente generado a partir del emprendimiento eólico, se destaca principalmente el correspondiente a la etapa de construcción e instalación del parque.

A continuación se presenta una estimación realizada para la fase de construcción de parques en el periodo 2008 a 2017 (es decir, que incluye los parques operativos, en fase de pruebas y en desarrollo), para un conjunto de rangos de tamaño de parques eólicos, representativos de la realidad nacional,⁴⁹ de donde surge que en el periodo se han creado más de 3.500 puestos de trabajo a tiempo completo para soportar la construcción de parques, correspondiendo, según información relevada, aproximadamente

49 Como fuente para la estimación se consideró la información relevada en las entrevistas con los desarrolladores así como información que surge del Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

el 90% de los mismos a personal de obra, el 7% a ingenieros para dirección de obra y el 3% a personal de administración.

Los puestos estimados abarcan el periodo entre el 2008 y el 2017, representando promedios de puestos mensuales *full time* equivalentes, válidos durante la construcción de los parques para cada rango de potencia indicado.⁵⁰

De esta forma, la mayor cantidad de puestos fueron creados para parques con una potencia autorizada entre 31 y 50 MW, con 1.935 puestos estimados durante la construcción de este conjunto de parques.⁵¹

De forma global, el sector eólico implica una demanda 3.587 puestos de trabajo durante una media de nueve meses para construir el conjunto de parques de todo el periodo analizado.

Cuadro 4. Puestos de empleo no permanentes para fase de construcción de un parque eólico (puestos mensuales a tiempo completo equivalentes)

Rango de potencia autorizada (MW)	Cantidad de parques eólicos ^{a/}	Estimación de puestos mensuales creados (8 horas diarias)				Duración media estimada (meses)
		Personal de obra	Personal de administración	Dirección de obra (ingenieros)	Total	
Menos de 10 MW	13	302	10	24	336	4,4
Entre 10 y 30 MW	8	403	14	31	448	6,4
Entre 31 y 50 MW	17	1.742	58	135	1.935	11,8
Entre 51 y 142 MW	6	781	26	61	868	15,0
Total	44	3.228	108	251	3.587	9,0
Total puestos anuales a tiempo completo: 2.933 (198 cada 100 MW instalados)						

Fuente: Elaboración del autor basada en datos de UTE y DNE.

^{a/} Considera todos los parques eólicos en servicio, en fase de pruebas y en desarrollo en el 2017.

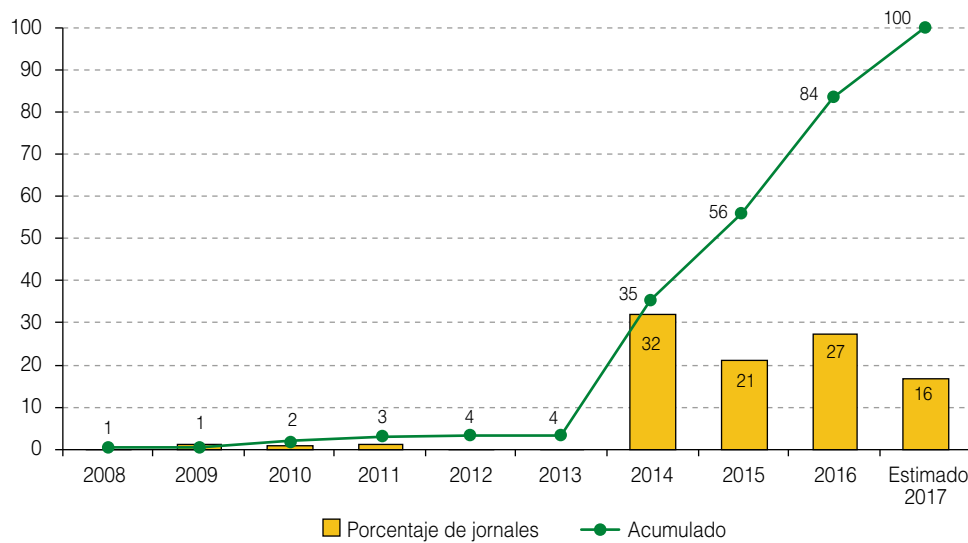
La construcción y montaje de parques eólicos ha representado la creación de aproximadamente 300 puestos a tiempo completo por año en la década 2008-2017, resultando una fuente de empleo muy relevante especialmente para el personal de la industria de la construcción del interior del país.

A efectos de apreciar cómo se distribuyeron en el tiempo las contrataciones de personal no permanente para la construcción de los parques eólicos, a continuación se presenta una estimación de la evolución anual de los jornales diarios (entendidos como instancias de trabajo realizado en ocho horas) requeridos desde el sector eólico en el periodo.

50 Se debe mencionar que los requerimientos en términos de jornales de trabajo para la construcción no presentan una distribución lineal durante los meses de duración del proyecto.

51 Este rango incluye 17 parques, de los cuales 12 son de 50 MW y cinco oscilan entre 40 y 49,5 MW de potencia.

Gráfico 11. Distribución anual de la contratación de jornales. Construcción de parque eólico (porcentajes)



Fuente: Elaboración del autor.

Debe tenerse en cuenta que para el cálculo se realizan diversos supuestos, entre los que destacan, se estiman los jornales de trabajo asociados a cada parque eólico basados en su potencia autorizada y que se asigna todo el trabajo acumulado en cada parque al año de su entrada en operación (real o estimada para los proyectos en desarrollo), lo que suele no ocurrir de esa forma, especialmente en proyectos de gran escala.

4. IMPACTO EN OTROS SECTORES DE PRODUCCIÓN

En esta sección se analizarán cualitativamente los efectos en los empleos indirectos asociados a las actividades de operación y mantenimiento y los asociados a la fase de construcción e instalación.

Un emprendimiento eólico implica la contratación de los siguientes servicios a terceras empresas durante la operación y mantenimiento del parque, representando la generación de empleo indirecto permanente desde el subsector.

El contrato donde constan las responsabilidades en materia de operación, mantenimiento y garantía de disponibilidad de los aerogeneradores del parque, así como el gerenciamiento operativo del mismo, crean el empleo directo con las características descritas anteriormente. Pero también se requiere el mantenimiento de subestaciones y otros equipos eléctricos, del tendido eléctrico interno del parque, de caminería y edificación en general, entre otros rubros, que implican la contratación de empresas específicas, generando empleo indirecto.

Respecto de la etapa de construcción, la cantidad de empleos indirectos generados durante esta fase está influenciada de forma importante por el contenido local dentro de los bienes y servicios requeridos para montar el parque eólico, siendo los sectores potencialmente más beneficiados en estos años los siguientes: logístico, construcción (obra civil), cementeras, servicios eléctricos y acero.

Es relevante considerar, como fuera mencionado, que las particularidades en torno a las exigencias de contenido local varían según el proceso licitatorio. A modo de ejemplo, solo en las licitaciones ejecutadas en el marco de los Decretos 403/009 y 367/010 y la Resolución de UTE 13-384, no se computa el contenido local en el marco de las inversiones en obras de infraestructura necesarias para la inserción

Cuadro 5. Servicios requeridos durante la operación de un parque eólico y tipo de empresa prestadora

Servicio requerido (a demanda)	Tipo de empresa contratada
Estudios de monitoreo ambiental durante la operación para obtener las correspondientes renovaciones en las habilitaciones ambientales que permitan continuar operando.	Empresa de servicios ambientales ^{a/}
Mantenimiento de buenas condiciones en la caminería del predio y corte de pasto / limpieza.	Empresa del entorno local.
Mantenimiento de instalaciones eléctricas de soporte (transformadores, cableado subterráneo, entre otros).	Empresa local de mantenimiento eléctrico.
Seguridad e higiene laboral (técnicos prevencionistas para actuar como contrapartes de las empresas constructoras).	Empresa de asesoramiento o técnico prevencionista ^{a/}
Traslado de partes y repuestos importados para sustituir en los aerogeneradores y de equipamiento en general.	Empresa del sector logístico.
Asesoramiento profesional en general (legal, económico financiero, ingeniería, contable y otros) durante la operación.	Empresa de asesoramiento profesional ^{a/}

Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

a/ El servicio en algún caso pudo ser cubierto con personal propio de la empresa desarrolladora, formando parte en ese caso de la estimación de empleo directo permanente.

del proyecto en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) como parte del contenido local total de la inversión (se trata de inversiones de alto contenido local). Para el resto de los procesos licitatorios, el componente local en esas obras sí computa como componente local global del proyecto.

A continuación se presenta la apertura de la inversión requerida por un parque eólico en sus principales componentes, estableciéndose para cada uno de estos su peso relativo en la inversión global del proyecto, la relevancia de la mano de obra y de los equipos y materiales en términos de costos globales del componente, a efectos de estimar su impacto en otros sectores de actividad (y con ello su impacto en términos de empleo indirecto) y, finalmente, su porcentaje de contenido local máximo (ver cuadro 6).⁵²

Dentro de los tres principales componentes de la inversión (que en el caso detallado acumulan el 61% de la misma), no es posible la incorporación de contenido local en el *hub*, *nacelle* y generador ni en el set de palas, pero sí en la torre.

En este sentido, una variable esencial durante la fase de construcción que impacta en la cantidad de empleos indirectos generados, es el tipo de torre en donde se monta el aerogenerador, habiendo dos posibilidades: construida totalmente de acero o híbrida (acero y hormigón), siendo la segunda la de mayor efecto en el empleo.

La diferencia en el impacto se da tanto a partir de la forma de fabricación como por la variación en el porcentaje de contenido de componentes nacionales en uno y otro caso. La decisión de optar por torres

52 Refiere a la estimación del porcentaje de contenido nacional máximo efectivo para el componente, es decir, al valor agregado nacional máximo posible (en función de que exista en plaza capacidad tecnológica para su producción, independientemente del eventual sobre costo) sobre el valor final del bien o servicio. Basado en Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

Cuadro 6. Componentes de la inversión de un parque eólico^{a/}
(porcentajes)

Componente de la inversión	Participación en la inversión global	Porcentaje mano de obra	Porcentaje equipos y materiales	Estimación de contenido local máximo		
				Mano de obra	Equipos y materiales	Otros
Hub, nacelle y generador	30,6	0	100		0	
Torre	18,2	0	100		32	
Set de palas	12,2	0	100		0	
Obra civil - fundaciones	7,2	45	55	100	100	
Línea alta tensión	5,6	50	50	100	0	
Puesto de conexión y medida	4,7	55	45	100	0	
Subestación alta tensión	4,0	80	20	100	0	
Obra civil - caminería	3,3	30	70	100	100	
Transporte	3,3	No aplica	No aplica			68
Montaje y puesta en marcha	3,1	50	50	100	100	
Cables de media tensión	2,1	0	100		40	
Distribución interna parque (media tensión)	1,5	100	0	100		
Instalación de enlace	1,2	50	50	100	0	
Transformadores alta tensión	1,1	0	100		0	
Transformador media tensión	1,0	0	100		45	
Celdas de media tensión	0,8	0	100		0	
Total	100					
Desarrollo / Ingeniería	5% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100
Seguros	0,25% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

a/ Se refleja el caso más común al 2016, que son los parques de 50 MW con torre de acero, si bien de acuerdo con datos del Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015) los porcentajes no varían notoriamente para parques de diferente potencia o con torre híbrida. El caso asume, a su vez, una altura de torre de 110 metros y diámetro de rotor de 117 metros.

híbridas puede conllevar, para parques de más de 10 MW, la construcción de una planta de hormigón en el propio predio donde se ubicará el parque, como fue el caso de la empresa alemana Enercon, que instaló una planta móvil⁵³ para la fabricación de tramos de torres de los aerogeneradores (semianillos de hormigón) para tres parques eólicos, construidos sobre la base de moldes traídos desde el exterior (moldes específicos para la fabricación de tramos de los aerogeneradores seleccionados para esos parques). Si bien este hecho resultó en un mayor uso de mano de obra local y el desarrollo y capacitación del personal operario (dando trabajo a alrededor de 100 personas en el momento de máxima labor en la construcción de la planta y entre 30 y 40 personas para su operación), el mayor componente nacional logrado por el proyecto, que pasó del 27% comprometido inicialmente al 44%, no derivó en un mayor beneficio para el inversionista, que termina asumiendo el sobrecosto de la instalación de la planta. Amerita destacar que se trata de un caso puntual, no representativo de la amplia mayoría de los parques eólicos en Uruguay, donde prevalecen las torres de acero.

El componente local logrado en los proyectos eólicos tiene su fortaleza en los aspectos de obra civil y servicios/desarrollo, siendo la cuotapartes de bienes de capital la de menor inserción (en el entorno del 2% a 3%), pese a ello, de todas formas se han generado algunas capacidades, como ser en empresas proveedoras de conductores eléctricos, transformadores, jaulas de anclaje para aerogeneradores, plataformas de operación y mantenimiento y otros componentes. A efectos del presente relevamiento esta inserción de la industria local implica la generación de empleo indirecto, si bien se resalta en algunos casos puntuales la elaboración de productos específicos para el sector eólico y el logro de certificaciones internacionales, como ocurrió en el rubro de producción de transformadores.

El propietario del parque eólico también debe tomar sus recaudos en materia de seguridad e higiene laboral, contratando sus propios técnicos prevencionistas (o empresas prestadoras de los servicios), de forma que estos controlen las condiciones en que se desarrolla el proyecto, actuando como contrapartes de las empresas constructoras.

5. COMPETENCIA POR RECURSOS CON OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

En cuanto al recurso de espacio físico o territorio requerido, la proporción de la superficie del predio donde se encuentra el parque eólico que no puede ser destinada a otras actividades productivas simultáneas es muy baja, estimada en el entorno del 2% del total. Es decir, a modo de referencia, en un predio de 1.500 hectáreas destinado a un parque eólico, se estima que solo 28 serían las hectáreas inutilizables para otras actividades.

En el entorno del parque no es viable la forestación ni las actividades productivas que impliquen fumigación aérea, pues la primera afecta la calidad en la disponibilidad del recurso mientras que la segunda puede afectar los equipos.

Los contratos de arrendamiento con los propietarios de los terrenos donde se emplazan los parques eólicos que mantienen las condiciones para su actividad productiva –generalmente se trata de actividad ganadera o agrícola–, habitualmente se efectivizan contra un porcentaje de las ventas anuales del parque (1,5%).

Con relación a la competencia por los recursos humanos, los técnicos que trabajan en los parques podrían hacerlo en cualquier rama de la industria en general. En términos de la capacidad local de oferta de recursos capacitados para las funciones descritas, se señala especialmente desde el sector la carencia de técnicos de mantenimiento industrial electromecánico, suplidos habitualmente por técnicos mecánicos.

53 Se trata de plantas móviles, las que son desmanteladas una vez finalizada la construcción del parque.

6. DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL Y RECEPTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

La actividad no implica desplazamiento de población de zonas circundantes e incluso reduce las carencias previas al proyecto en materia de caminería interna.

Los proyectos eólicos han contado con muy buena receptividad por parte de las comunidades locales, si bien se han observado en casos puntuales afectaciones sobre proyectos productivos previstos por los propietarios, que se solucionaron modificando las propuestas de diseño originales de los parques, vía negociación entre las partes.

A diferencia de otros países, como por ejemplo España, no se ha constatado la presencia de ningún movimiento social en los impactos ambientales de los aerogeneradores, estos en general se concentran en aspectos paisajísticos, acústicos (dependiendo de la tecnología utilizada e intensidad del viento) y colisiones de las aves (por ejemplo, cuando la ubicación de los aerogeneradores coincide con rutas migratorias).

En términos generales los aerogeneradores se han percibido como amigables con el medio ambiente, sin un gran impacto relativo a lo visual, al no estar ubicados en poblaciones numerosas sino preferentemente en campos. Tal vez acerca de este punto también incida que otros emprendimientos productivos con peor percepción desde lo ambiental, como ser la minería a cielo abierto, la forestación e industria de la celulosa así como la prospección de hidrocarburos, han tenido sus impulsos en concomitancia con el desarrollo de las energías renovables, acaparando el foco de atención de los movimientos ambientales.

Algunos parques se han emplazado en predios del Instituto Nacional de Colonización (INC), donde los colonos reciben una renta durante el periodo de construcción así como potencialmente pasan a ser parte del personal dedicado a brindar los servicios auxiliares asociados al mantenimiento del parque. En estos casos, por tanto, ocurre que la instalación de los mismos ha permitido la sistematización de la infraestructura de las colonias en sus predios, generando caminería y obras previamente inexistentes que contribuyen al desarrollo de la actividad productiva de los colonos.

A modo de ejemplo, en el parque Juan Pablo Terra inaugurado en 2015 y ubicado en el norte del país (departamento de Artigas) sobre tierras de un proyecto colonizador orientado a la ganadería asociativa bovina y ovina, donde viven más de 30 familias (asalariados rurales y productores ganaderos y lecheros familiares con dificultades de tenencia de tierra y escala de producción), los ingresos generados por la renta del parque son reinvertidos por el INC en proyectos de desarrollo productivo para la misma colonia, compatibles con la actividad eólica.

7. TRABAJO DECENTE Y GÉNERO

En materia de género, para el caso del sector privado eólico, esto es de empresas vinculadas al sector eólico, se pudo constatar que aproximadamente el 12% son mujeres trabajadoras dependientes. La proporción de mujeres es menor aún en las empresas orientadas al trabajo operativo de campo y mayor en las de desarrollo y servicios, donde ronda el 35%, pero no fue posible saber qué tipo de puestos ocupan las mujeres en estas empresas.⁵⁴

Para un análisis de estos aspectos en el sector eólico es conveniente discriminar la situación en el marco de la fase de construcción y montaje de la fase de operación y mantenimiento.

⁵⁴ Estas cifras son una estimación y deben tomarse con cautela porque en varios casos las empresas consideradas en la muestra (no exhaustiva) brindan productos y servicios en otros sectores, como ser el sector solar fotovoltaico o incluso fuera del sector de energías renovables.

En la primera fase la presencia de una central única de trabajadores favoreció la defensa del cumplimiento de la normativa laboral existente, incluso para la amplia cantidad de trabajadores extranjeros que vinieron al país. La construcción de los primeros parques eólicos representó una experiencia nueva para el trabajador local, en un sector que tuvo desde su inicio la peculiaridad de una gran extranjerización de la mano de obra, asociada a la ausencia de antecedentes en el país. El trabajo referido a esta fase podría subdividirse en la obra civil requerida, y la realización de las instalaciones eléctricas y montaje de equipos específicos del sector.

Los intereses empresariales, orientados hacia el cuidado de la rentabilidad del emprendimiento en el marco de plazos comprometidos de ejecución, se alinearon a los de los trabajadores locales en cuanto al deseo de potenciar los emprendimientos del sector eólico en el país y a generar fuentes de empleo, pero no en lo referido a la búsqueda de maximización de contenido local y el cumplimiento de los estándares laborales existentes. De esta forma, mientras que para las obras civiles se apeló esencialmente a la mano de obra local, para la fase de instalación y montaje se incorporaron esencialmente trabajadores extranjeros con experiencia previa en el sector y dispuestos en muchos casos, en mutuo acuerdo con los empleadores, a aceptar condiciones de trabajo alejadas de la realidad de Uruguay (en particular respecto de la duración de la jornada laboral –aspecto acentuado por el hecho de tratarse en ocasiones de trabajo en altura–, descanso, seguridad social,⁵⁵ horas extras, nivel salarial⁵⁶ y condiciones de alojamiento). Esto generó una puja de fuerzas contrapuestas en el desarrollo del sector, con alguna paralización puntual de las obras, pero que no alteró en lo sustancial la concreción de las inversiones.

En la fase de operación y mantenimiento se constatan buenos niveles salariales y alta formación de capacidades permanentes específicas del sector, pero presenta, como contraparte, una escasa tasa de sindicalización en los trabajadores, lo que podría reflejar carencias en materia de espacios para volcar inquietudes y reivindicaciones de orden laboral por parte de los trabajadores ante las empresas.

La razón de la menor tasa de sindicalización en esta fase probablemente se deba en buena medida a la extremadamente menor cantidad de puestos de trabajo asociados a esta fase en comparación con la masividad de la fase de construcción por un lado, y a la gran distancia geográfica entre los puestos de trabajo, por otro.

Si bien el relevamiento en detalle de las condiciones de trabajo durante la operación y mantenimiento no fue parte del alcance del presente trabajo y representa una oportunidad para profundizar el conocimiento del sector en futuros estudios, todo indica que es un sector que tiende a cumplir con la normativa laboral vigente, más allá de las salvedades expuestas previamente.

8. PERSPECTIVAS DE EMPLEO

El enorme crecimiento de la energía eólica en la última década llevó a Uruguay de tener desde cero, a más de un tercio de su electricidad generada a partir de esta fuente renovable.

En términos de empleo no permanente, en este contexto favorable se han visto beneficiadas varias empresas del rubro de la construcción con obras civiles y eléctricas de gran escala y con muy altos niveles de inversión asociados.

55 En algunos casos, como el de los trabajadores españoles, mantenían la aportación social en su país de origen, a partir de un acuerdo entre los dos países para evitar la doble tributación. En otros casos la normativa permite traer mano de obra especializada por 90 días, por medio del Ministerio de Relaciones Exteriores, lo que generó que en algunos casos se volviera al país de origen luego de ese lapso, por 5 a 10 días de descanso, y luego volvieran a Uruguay con un nuevo permiso.

56 Dependiendo del país de origen de los trabajadores, se constataron niveles salariales inferiores o superiores al caso uruguayo, siendo los mismos acordados con anterioridad al traslado a Uruguay.

Por su parte, respecto del desarrollo de capacidades y crecimiento a largo plazo, las empresas vinculadas al subsector eólico, en particular los desarrolladores, vieron aumentar su estructura en general e incluso crearon áreas especializadas en eólica, que no tenía mercado en el país en forma previa. También se generó un gran *expertise* específico de soporte a los proyectos eólicos en empresas de diversos rubros, entre ellos la construcción y la logística. Sin embargo, no se ha desarrollado una capacidad local para el abastecimiento a la industria en materia de insumos y equipos específicos del negocio eólico, sino en algunos componentes eléctricos e insumos de orden genérico a partir de capacidades de producción ya existentes con anterioridad.

El ritmo de desarrollo de parques eólicos fue muy intenso, concentrado en tres a cuatro años y ha contribuido a la transformación vertiginosa de la matriz energética ya descrita inicialmente, pero en términos de inserción local, si bien se reconoce que se generaron capacidades propias que hoy se procuran capitalizar en el exterior, en parte se atribuye precisamente a ese importante ritmo la imposibilidad de acompañarlo en su plenitud y así maximizar la generación de capacidades propias y empleo local.

En términos de empleo, por tanto, ya transcurrido el avance exponencial del sector eólico en estos años, como principal legado ha quedado un conocimiento respecto del negocio muy importante en el país, fundamentalmente en los desarrolladores (que en algunos casos realizan además el gerenciamiento y la operación y mantenimiento una vez que el parque está operativo), que han logrado madurar y cubrir algunas actividades de alto valor agregado donde en un principio no estaban las capacidades. En menor medida, esto también se observa para algunas empresas de servicios logísticos, de construcción y de asesoramiento profesional a distintos niveles. Lo anterior también es válido para UTE como desarrollador, habiendo adquirido un conocimiento enorme de las lógicas del negocio asociado al desarrollo y gerenciamiento de parques eólicos.

De acuerdo con la información relevada, no se prevén nuevas licitaciones de parques eólicos mínimamente hasta el 2023, limitando el desarrollo del sector eólico dentro del país con posterioridad al 2017, año en que quedarán operativos los últimos parques licitados.

El límite a las iniciativas de nuevos parques impacta de forma diversa en las empresas de origen local y en las de origen extranjero. Para el caso de los desarrolladores de origen extranjero, la presencia ya consolidada en otros mercados de la región y su óptica de largo plazo les permite afrontar la restricción a nuevos parques en Uruguay como un evento coyuntural, que no afecta generalmente su estrategia de largo plazo.

Para los desarrolladores locales, la estructura y equipos creados en la organización para desarrollo de parques solo pueden ser mantenidos o eventualmente crecer, en el caso que logren, capitalizando la experiencia adquirida en estos años, ofrecer y vender sus servicios en el exterior, fundamentalmente en los mercados regionales donde la industria eólica está teniendo mayor auge actualmente, como ser el caso de Argentina, pero también Bolivia, Brasil, México, Panamá o Perú. Algunos desarrolladores están teniendo éxito en este camino, ya sea participando en la construcción de parques, elaborando proyectos o exportando el *know how* del caso uruguayo. Esta situación en algunos casos también aplica, aunque en menor medida, para algunas empresas de servicios logísticos y de construcción que desean aprovechar el conocimiento específico adquirido para la lógica del sector eólico.

Para el futuro, por tanto, en términos de empleo directo surge como escenario mínimo el requerido para ejecutar las actividades de operación y mantenimiento de los parques construidos en estos años y sus servicios de apoyo asociados, aproximadamente durante los próximos 20 años. Los empleos más expuestos en ese sentido son los dedicados a tareas de desarrollo, análisis previos y diseño de parques, precisamente los que implican dedicación de profesionales con la mayor calificación y especialización sectorial.

Los empleos en materia de desarrollo y estudios previos, dependerán de los eventuales nuevos parques en el país o en la región. No se ha previsto nuevos emprendimientos eólicos para los próximos cinco años y su incorporación dependerá, entre otras, de las siguientes variables:

- La evolución de la demanda por energía en términos globales, dependiendo de la situación económica del país, pero también en cuanto a su composición, por ejemplo, si se estimula un parque de transporte eléctrico se ampliaría la demanda por energía eléctrica en detrimento de los combustibles fósiles.
- La concreción de otros proyectos alternativos en cuanto al incremento de la oferta energética de Uruguay, como por ejemplo ocurriría si se concretan los proyectos de instalación de una nueva planta de celulosa⁵⁷ o la construcción de una planta regasificadora.
- Muy vinculado a los puntos anteriores, del rumbo general que tome la política energética en sus otras dimensiones, principalmente en cuanto a la confirmación o no de la apuesta y estímulo al desarrollo de las energías renovables (aunque sea a menor ritmo que el observado hasta ahora).
- Los mecanismos existentes para comercializar energía eléctrica, principalmente para exportar energía eléctrica a la región, pero también para la eventual compra-venta de energía eléctrica entre actores privados locales.⁵⁸
- El fortalecimiento o no de la estatal UTE como agente generador, habiendo opiniones encontradas respecto de si UTE debe concentrar la mayor proporción posible de generación eléctrica o si, por el contrario, debe seguir facilitando la generación (y microgeneración) descentralizada geográficamente en agentes privados. A nivel mundial, es recurrente el argumento de que la estructura del negocio de las distribuidoras está cambiando, para pasar a focalizarse en la obtención de rentas por el uso de sus redes y liberar el ingreso de las renovables a nivel residencial o industrial.
- Consideración o perspectiva que se tenga respecto de los eventuales excedentes de energía eléctrica. Mientras que algunos actores sostienen que el exceso de oferta de energía por sobre las necesidades del país es negativo, otros lo visualizan como un blindaje que vale la pena tener (aunque se pague y no se utilice) ante la eventualidad de tener que utilizar las centrales térmicas basadas en fósiles o bien importar energía eléctrica.
- La situación puntual que presente el sector eólico a futuro en términos de rentabilidad de los proyectos al momento de optar por nuevas instalaciones para generación de energía. En ese sentido, en los últimos años la balanza tiende a inclinarse más favorablemente hacia los proyectos del sector solar fotovoltaico, cuyos costos están disminuyendo drásticamente, pero la realidad es altamente dinámica.

57 La instalación de una nueva planta de celulosa implicaría procesos productivos donde se estiman 100 MW de excedente de energía eléctrica que UTE debería comprar en un negocio directo entre estas empresas, con esto se incrementa la oferta de energía eléctrica en el país. Algunos actores entrevistados entienden que este proyecto quita posibilidades para nuevas inversiones en generación con otras fuentes renovables.

58 Al momento de la elaboración de este informe, si bien está previsto en la normativa, no hay situaciones efectivas de venta de energía eléctrica entre actores privados (donde de acuerdo a la normativa debe haber un acuerdo por contrato entre un proveedor que garantice el suministro mediante una potencia firme y un comprador), estando la totalidad de la transmisión y distribución bajo responsabilidad de UTE.

Capítulo V

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



1. LA CADENA DE VALOR

Como fuera mencionado en la introducción a los tipos de energía renovable, la energía solar puede aprovecharse mediante la transformación de la luz en energía eléctrica o bien con la recuperación del calor aportado por el sol. Es decir, que mientras la fotovoltaica aprovecha la luz del sol, la térmica aprovecha su calor. De hecho, las altas temperaturas van en detrimento del rendimiento de las células fotovoltaicas.

Cada una de estas dos modalidades –que utilizan tecnologías diferentes– deriva en una cadena de valor específica.

En el caso de la cadena solar fotovoltaica, para transformar la luz en energía eléctrica la tecnología principal se basa en los inversores⁵⁹ y en los módulos o paneles fotovoltaicos.⁶⁰ Dependiendo de los objetivos del emprendimiento, esta energía eléctrica generada se autoconsume en el mismo establecimiento donde se generó sin mediar una conexión a la red eléctrica nacional (*Off-Grid*), o bien se vuelca a la red eléctrica nacional mediante contratos de suministro (*On-Grid*).

Si bien a nivel internacional lo usual es categorizar los emprendimientos fotovoltaicos por su finalidad, según esta sea el autoabastecimiento o su volcado a la red eléctrica para su distribución, en Uruguay es más habitual la clasificación según la potencia instalada. De esta forma, se habla de generación (o macrogeneración) solar fotovoltaica en los casos de mayor potencia, variando entre 500 KW y 50 MW,

59 Equipos electrónicos que convierten energía eléctrica continua a alterna, al voltaje y frecuencia deseados, permitiendo controlar la corriente que entregan los paneles solares.

60 Conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas dentro de un marco.

o bien, de microgeneración solar fotovoltaica en los casos de menor potencia, entre 40 KW y 150 KW. Estos valores ya incorporan el factor de planta, que para el caso de la solar fotovoltaica ronda el 20%.⁶¹

La modalidad de microgeneración se desarrolla en forma previa al caso de la generación, con muchos casos en operación implementados a lo largo del tiempo. La implantación a nivel masivo en residencias e industrias es reciente y ha sido impulsada por la reglamentación en el marco del Decreto 173/010, que habilita la conexión a la red de baja tensión para generadores de fuentes renovables hasta potencia 150kW, fijando las condiciones para que estos puedan vender a la estatal UTE los excedentes de energía (siendo que el espíritu de la normativa es que el destino principal sea el autoabastecimiento energético, no la venta de energía eléctrica).

En referencia al caso de generación, al cierre del 2016 se contaba con una potencia instalada de 80,3 MW, distribuidos en cinco parques solares fotovoltaicos (uno de ellos en fase de pruebas, pero que fue computado a efectos de medición de empleo). Sumados a los 148,25 MW de los 12 parques en desarrollo, con entrada en servicio prevista para los años 2017 y 2018, sumarán una potencia total de 228,55 MW de potencia instalada en generación solar fotovoltaica.

La implementación de proyectos de generación solar fotovoltaica implica la realización de inversiones muy grandes, de varias decenas de millones de dólares, que en el caso uruguayo se concentran desde el 2013 hasta la actualidad y han sido financiadas en gran medida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por medio de la Corporación Interamericana de Inversiones (CII). Estos proyectos están cimentados por contratos de compra de energía o PPA, por sus siglas en inglés (*Power Purchase Agreement*) firmados con UTE, donde se estipulan las condiciones de compra de la electricidad generada en el largo plazo (20 a 30 años de duración del contrato, en consonancia con la vida útil del parque).

Los responsables de las inversiones en los parques de generación fotovoltaica, principalmente empresas internacionales propietarias de parques solares en el mundo, optaron por apostar a estos proyectos basados en un conjunto de factores que las hacían atractivas. Entre estos se encuentran las muy buenas condiciones naturales del país para la explotación de esta fuente renovable y un marco regulatorio apropiado para recibir y gestionar las inversiones y el contexto positivo en la situación económica del país.

UTE, al ser una empresa estatal con grado inversor, logró atraer capitales internacionales motivados por colocaciones de largo plazo y bajo retorno (en general menor a dos dígitos) pero con mínimo riesgo, al estar relativamente asegurada la generación de energía (primer factor) y su comercialización, al estar UTE obligada a comprar la energía volcada a la red a un precio determinado, que varía anualmente (segundo factor).

De momento el precio que paga UTE por la energía generada es superior en el caso de la solar fotovoltaica que en el caso de la eólica (86 a 92 USD/MWh contra 60 a 70 USD/MWh, respectivamente), pero como contrapartida, mientras que los *peaks* de generación en la eólica se dan en la noche, en la solar se observan durante el día, cuando la demanda por energía es mayor, reflejando la importante complementariedad entre ambas fuentes de energía renovable y, por tanto, contribuyendo al logro de un modelo óptimo a nivel país.

Las empresas inversoras internacionales contratan el desarrollo, construcción y operación y mantenimiento de los parques a otras empresas que conforman el resto de la cadena de valor del sector en materia de generación, con base esencialmente en proyectos llave en mano. Es decir, que también

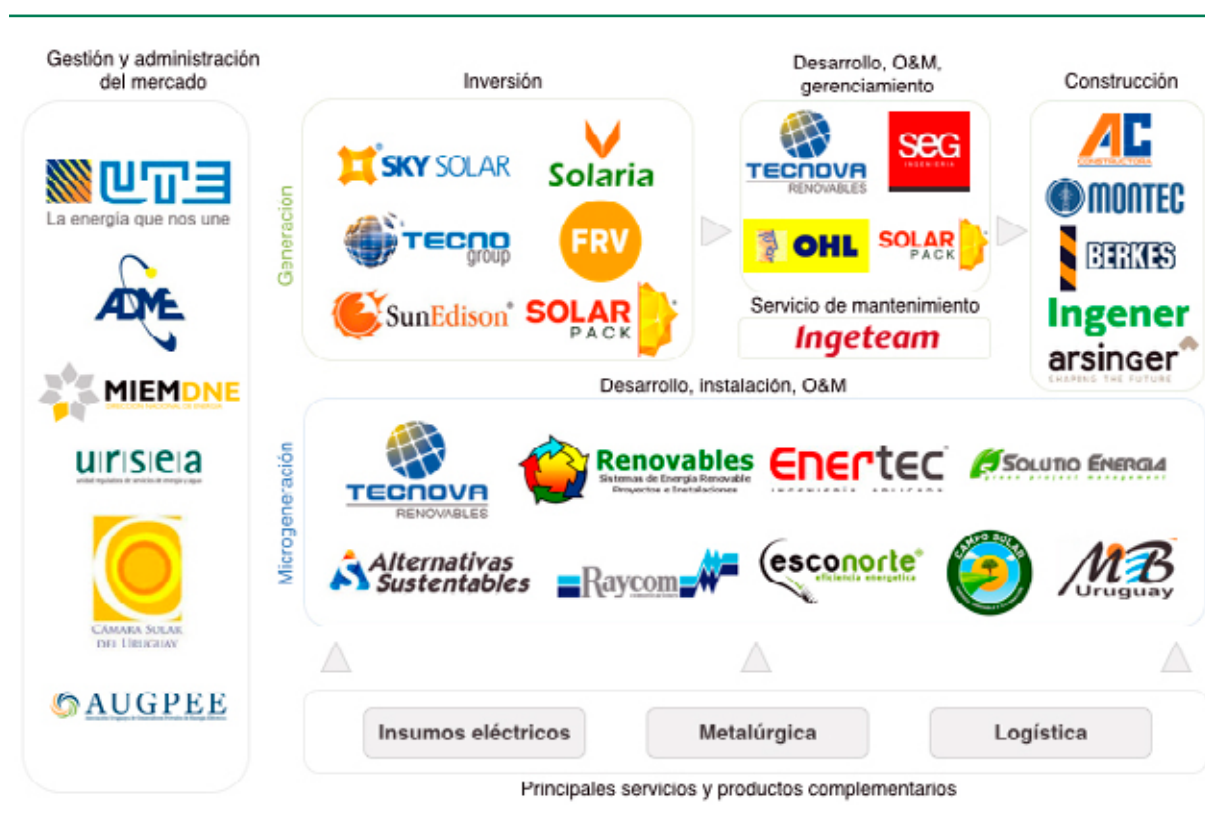
61 El factor de planta es la relación entre la energía real generada por el parque durante un período y la energía generada si hubiera trabajado a capacidad plena durante ese mismo período, conforme a los valores nominales de las placas de identificación de los equipos. Es decir, que la producción de energía esperada anual en el caso de un parque solar fotovoltaico es el 20% de la potencia nominal instalada.

surge la figura del desarrollador como actor clave en el caso de la energía solar fotovoltaica, como sucede en el caso eólico.

En cuanto a la microgeneración, la potencia total instalada asciende a 9,5 MW distribuidos en algo más de 300 puntos geográficos del país (incluye instalaciones en servicio y en desarrollo).

En este caso, las inversiones y potencias asociadas son a una escala mucho menor que en el caso de la generación y no surgen de proyectos preparados por desarrolladores para presentar a licitaciones públicas, sino que se basan en la captación de clientes individuales (residenciales, industria, comercio u otros) que quieran colocar equipos solares fotovoltaicos para múltiples usos, como ser el autoconsumo para iluminar o refrigerar un local propio, el bombeo de agua para riego, sistemas de provisión de electricidad alternativos en procesos críticos ante cortes en el suministro eléctrico, entre otros. Así, cada oportunidad de negocio concretada es plasmada en un proyecto que implica un diseño previo, instalación, puesta en operación y monitoreo y mantenimiento. Cada necesidad se transforma en un proyecto en sí mismo, el que se desarrolla según las necesidades del cliente.

Diagrama 4. Principales actores y roles en la cadena de valor del sector solar fotovoltaico



Fuente: Elaboración del autor.

Las empresas responsables del desarrollo generalmente brindan un servicio integral de diseño, estudio de la rentabilidad del proyecto y asesoramiento para la financiación, instalación, operación, mantenimiento y realización de las gestiones contractuales necesarias con la estatal UTE, pero, según el caso puntual considerado, se puede observar la tercerización parcial de algunas actividades en otras empresas. Se puede observar, en forma similar al caso eólico, la existencia de un servicio de gerenciamiento que puede abarcar la administración de vínculos con múltiples actores, así como el mantenimiento (incluso de los equipos principales, realidad que no sucede en el sector eólico).

A diferencia de la generación, en microgeneración suele suceder que la potencia instalada no amerita un seguimiento y monitoreo permanente luego de la puesta en operación, por lo que es una actividad de contratación opcional para el propietario, generalmente descartada en los casos donde la potencia es pequeña.

En las actividades realizadas entre el desarrollo y la puesta en operación del parque solar, el modelo de negocio predominante en el país, aplicado por las empresas líderes del mercado tanto en el caso de generación como de microgeneración, está marcado por la búsqueda de maximización de contenido local, tanto en términos de mano de obra como de materiales, desarrollando capacidades locales en el marco de una estrategia de largo plazo.

Este modelo derivó, para el caso de generación, en la conformación de un polo industrial en el departamento de Paysandú, al norte del país. La opción por este modelo va más allá del cumplimiento con la normativa sobre niveles mínimos de contenido local para los parques en desarrollo⁶² y se enmarca en una estrategia de largo plazo de conformación de una industria fotovoltaica local. El modelo alternativo al anterior implica optar por un desarrollo y montaje con presencia mayoritaria de técnicos extranjeros con experiencia en el sector y maximizando la importación de equipos y materiales. Según se pudo relevar, proyecto a proyecto individualmente considerado, este segundo modelo genera mayor rentabilidad para las empresas desarrolladoras, pero también las expone a potenciales rigideces en la ejecución de la obra, que en algún caso afectó su normal avance.

En la microgeneración, la diferencia entre el modelo predominante y el modelo alternativo se plasma fundamentalmente a nivel de materiales e insumos, donde este último maximiza la importación de materiales y equipos bajo una óptica de rentabilidad de corto plazo, sin recurrir a proveedores de insumos eléctricos o producción metalúrgica de origen nacional, los que implican un sobre costo que en el modelo predominante es asumido en el marco de una estrategia de maximización de la calidad del producto, vida útil del parque y posibilidades de desarrollo a futuro.

Como fuera mencionado, la tecnología de base, tanto en la generación como en la microgeneración, está constituida principalmente por los inversores y los módulos fotovoltaicos. El mercado de los módulos fotovoltaicos a nivel mundial está ampliamente dominado por empresas chinas de reciente expansión, no siendo Uruguay una excepción a esta realidad, al menos de momento, abarcando dicho origen casi el 100% de los módulos en el país. Para el caso de los inversores, hay una mayor importancia otorgada al prestigio de marca, país de origen, calidad de fabricación y sus certificaciones o estándares asociados, pero también se verifica un crecimiento importante de la producción china.

Una diferencia sustancial con el caso eólico es que en el sector solar fotovoltaico los proveedores de la tecnología limitan su participación en la cadena al rol de proveedor de equipamiento, no interviniendo en las fases de construcción y montaje, ni en la posterior operación y el mantenimiento. En este sentido, el desarrollador de los proyectos de parques o granjas solares adquiere un rol más protagonista que en el caso de los parques eólicos de gran escala, donde la representación de marca y garantías de equipos es muy relevante.

El negocio del desarrollador radica en lograr la ubicación del sitio donde disponer el emprendimiento, la selección del proveedor tecnológico, la gestión de la importación de equipos y componentes, realizar las gestiones ante organismos públicos (ambientales, legales, económico-financieras y otras) y, aspecto clave en el proceso en el caso de la generación solar fotovoltaica, efectuar la gestión del financiamiento de la inversión inicial, procurando conformar un paquete atractivo para potenciales inversionistas. La realización de estudios previos respecto de disponibilidad del recurso en un determinado sitio suele

62 Los que en el caso solar son más fácilmente alcanzables que en el caso de la energía eólica, al ser el montaje intensivo en mano de obra y más representativo en el monto global de la inversión.

ser más económica en el caso fotovoltaico que en el eólico, pues hay mayores fuentes de información disponibles como punto de partida (por ejemplo datos de la NASA).

En el marco de la opción por el modelo de negocios más vinculado a capacidad local, el desarrollador también fabrica las estructuras sobre las que se montan los paneles, evitando la subcontratación de esa actividad.

La segmentación entre empresas desarrolladoras e instaladoras en las modalidades de generación y de microgeneración, no responde a factores tecnológicos (pues la tecnología de base es muy similar), sino básicamente a la escala de la inversión requerida y la complejidad en la gestión del negocio, generando como consecuencia la especialización de las empresas dedicadas a uno u otro segmento del mercado.

A diferencia del caso eólico, de momento la estatal UTE no es desarrolladora de parques solares de magnitud relevante en el mercado al no contar con emprendimientos propios de importancia, a excepción de su participación en el Parque Asahí, instalado en el departamento de Salto, al norte del país, con una potencia de 0,5 MW.

Dos aspectos clave detrás de la sustentabilidad y viabilidad financiera de los parques o granjas solares es que, por un lado, si bien implican una importante inversión inicial, la misma es cada vez menor a partir del drástico descenso en los últimos años del costo de los equipos y componentes necesarios. Por otro lado, se trata de equipos que, una vez operativos, tienen un bajo costo de mantenimiento que los ha llevado a ser asociados, en el ámbito del mercado de inversiones de largo plazo, como un proyecto de tipo *plug and forget* (conectar y olvidar).

Si bien se trata de inversiones con un mantenimiento mínimo, este es necesario luego de la entrada en operación. En algunos casos es contratado el mismo desarrollador, mientras que en otros casos se contrata a otras empresas. De esta forma, generalmente una misma empresa es responsable del mantenimiento de los equipos específicos a la tecnología solar, así como de los otros activos eléctricos (subestaciones y demás), lo que genera una diferencia con el caso eólico, donde el proveedor de la tecnología es quien normalmente mantiene los activos clave (puertas adentro del aerogenerador).

2. DESCENTRALIZACIÓN TERRITORIAL

El mapa 2 presenta la distribución en el territorio uruguayo de los puntos de generación y microgeneración con base en energía solar fotovoltaica.

El mayor potencial de la energía solar fotovoltaica se encuentra en el litoral oeste, donde se concentran los proyectos de mayor escala, aún en desarrollo al momento de elaborar este informe. Para el caso de la microgeneración se observa una mayor distribución territorial, si bien con cierta concentración hacia el litoral oeste.

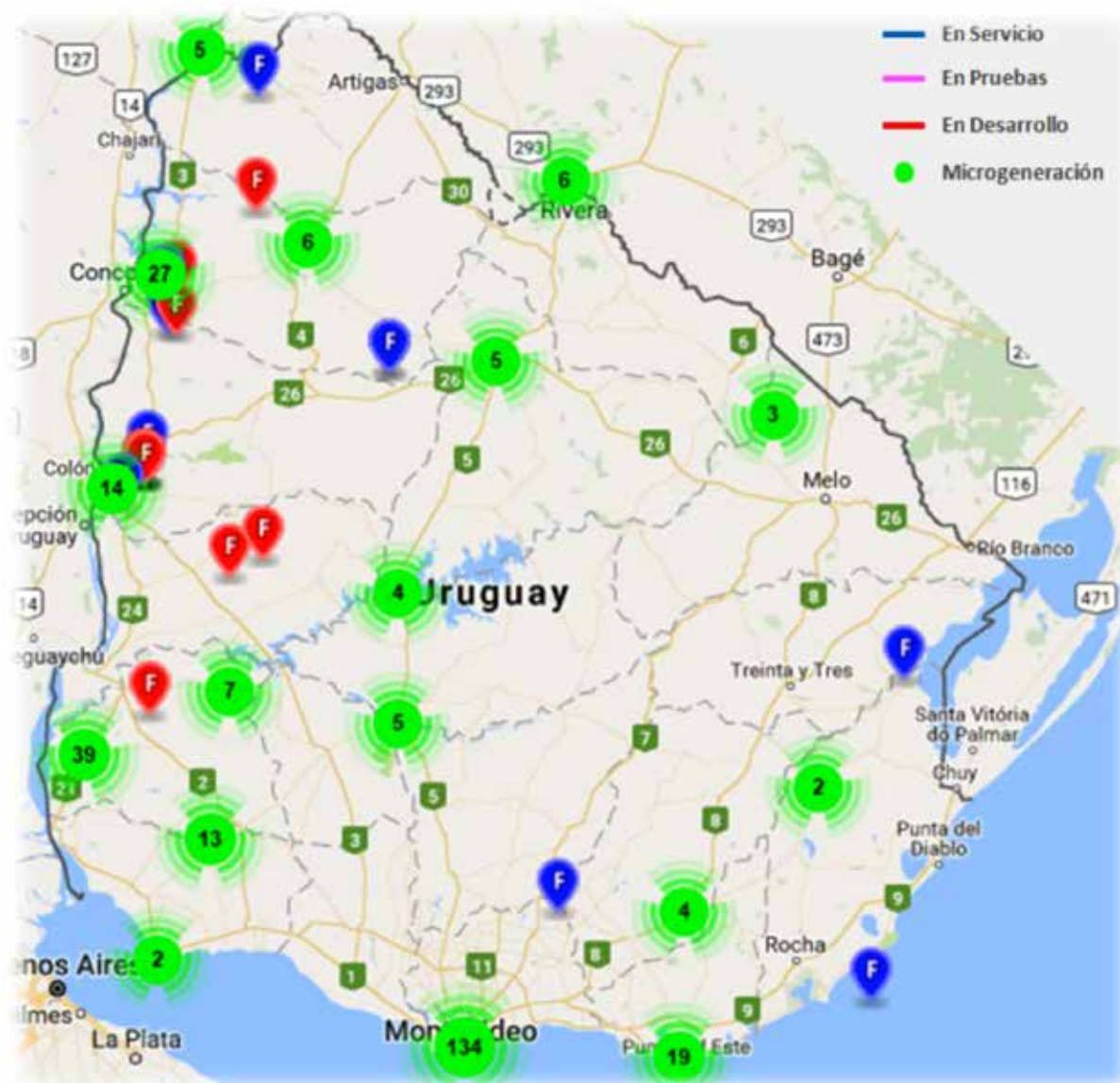
3. EMPLEO DIRECTO EN EL SUBSECTOR SOLAR FOTOVOLTAICO

a) Puestos de empleo permanentes

Iniciando por el caso de la generación, a grandes rasgos se puede señalar que el trabajo a realizar para el desarrollo y puesta en operación de un parque solar fotovoltaico abarca un conjunto de fases similares a las del sector eólico, que se resumen en el diagrama 5.

- **Análisis preliminares:** se requiere un análisis de prospección de sitios adecuados para el emplazamiento y su selección, la realización de estudios de viabilidad del recurso solar en ese punto del territorio, de la conexión a la red eléctrica, entre otros aspectos ambientales, económicos y sociales.

Mapa 2. Distribución geográfica de puntos de generación de energía solar fotovoltaica



Fuente: UTE.

Diagrama 5. Fases de un proyecto solar fotovoltaico



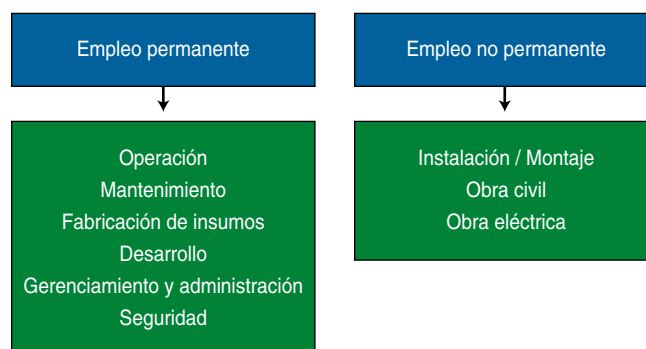
Fuente: Elaboración propia con base en relevamiento de datos.

- **Prospección detallada del recurso solar:** implica el diseño del plan de medición (acceso a datos satelitales y medición terrestre), la medición en sí y el análisis de los datos generados.
- **Diseño del parque solar:** selección de la tecnología apropiada (análisis técnico-económico), realización del diseño civil y eléctrico del parque, estructuras, subestaciones, transformadores, líneas y conexión al sistema de transmisión y distribución, planificación de la logística de transporte de equipos (coordinación terrestre y marítimo-portuario) y de la instalación, así como definición de los planes de seguridad y gestión ambiental.
- **Construcción e instalación:** abarca la realización de la obra civil y eléctrica requerida, instalación de equipos, inspección en puntos de control definidos y entrada a operación.
- **Gerenciamiento:** refiere al gerenciamiento del proyecto desde su concepción hasta la puesta en operación del parque.
- **Gestión de autorizaciones:** implica la tramitación ante organizaciones del sector público, en las materias ambientales, económicas, logísticas y sociales que requiere el proyecto.

Como fuera mencionado anteriormente, el modelo de negocios predominante tanto en la estrategia de los líderes del mercado a nivel de generación como de microgeneración, implica la apuesta a desarrollar recursos locales para llevar adelante las etapas de la cadena de valor en las que se decide incursionar, tanto en lo referente a personas como en materiales e insumos (con producción propia o subcontratada).

Esto, como se señaló, es parte del modelo de negocios seleccionado y no un mandato para cumplir con requisitos de contenido local en los proyectos. De esta forma el esquema de empleos permanentes y no permanentes a considerar varía respecto del caso eólico, pues se suman los puestos de trabajo para la producción y comercialización de insumos locales específicos de la cadena de valor fotovoltaica como parte del empleo permanente.

Diagrama 6. Funciones consideradas por tipo de empleo creado (permanente y no permanente)



Fuente: Elaboración del autor.

El modelo de negocio con maximización del componente local en los insumos requeridos por los parques, abarca la fabricación de las estructuras metálicas de soporte a los paneles, de las cámaras de hormigón y otros insumos en el caso de la generación, así como la subcontratación en proveedores locales de insumos eléctricos y algunas estructuras metálicas en el caso de la microgeneración, asumiendo un sobre costo frente a productos importados.

Un insumo como una estructura metálica, si es construida localmente, implica que no solo se genera el trabajo no permanente derivado del montaje de dicha estructura en el parque solar, sino que también genera empleo permanente en el marco de su planta de producción.

Por tanto, la estimación de empleos para la fabricación de insumos específicos para el sector solar fotovoltaico formará parte de la estimación de empleos permanentes del sector, situación que no ocurría en el caso eólico.

En el caso de la generación solar fotovoltaica, incluso para la estrategia de capacidades locales, se requirió ocupar inicialmente los puestos asociados a mandos medios con expertos internacionales (principalmente españoles) y formar trabajadores calificados para el montaje e instalación, al tratarse de proyectos sin precedentes en el país. Esto llevó a la implantación de un modelo de trabajo en obra similar al aplicado en Europa occidental, con búsqueda de la eficiencia (por medio de un enorme ritmo de trabajo que minimice los tiempos de cada instalación), pero con altos estándares de calidad y seguridad laboral.

Respecto de la formación, es relevante mencionar el convenio del Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP) con la empresa Tecnova Renovables y el Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP-UTU), porque a fines de 2016 se llevaban certificadas 200 personas en el curso de “Instalación de Sistemas de Energía Fotovoltaica” (dos meses de duración aproximada), en una iniciativa surgida ente la mencionada empresa y la Unión Nacional de Trabajadores Metalúrgicos y Ramas Afines (UNTMRA) que priorizó situaciones de desempleo, jóvenes de 18 a 29 años y oriundos del departamento de Paysandú (ubicado en el litoral oeste del país, de condiciones óptimas para el emplazamiento de parques solares).

Precisamente en este se conformó el Parque Industrial y Tecnológico de Casablanca, que concentra a un grupo de empresas con *expertise* específico en los diversos eslabones de la cadena de valor solar fotovoltaica. En el parque, concedido en comodato por 30 años por la Intendencia Municipal de Paysandú a un grupo inversor nacional, se han invertido más de 13 millones de dólares y es una fuente de empleo muy relevante para el departamento.

La actividad del grupo de empresas que conforman el parque industrial estaría vinculada, por tanto, a los distintos eslabones del sector, con una cadena de valor que es representada en el siguiente diagrama.

Diagrama 7. Cadena de valor de empresas vinculadas al Parque Industrial de Paysandú



Fuente: Tecnogroup S.A.

El parque cuenta actualmente con fábricas para la producción de las estructuras metálicas de soporte para los paneles solares, de *string box* (tableros eléctricos centralizadores), del cerco perimetral y de las cámaras de hormigón requeridas para los parques y en el conjunto de empresas que conforman el grupo trabajan aproximadamente 600 empleados (de estos aproximadamente 100 lo hacen en las mencionadas plantas de producción de Paysandú).

El cuadro 7 resume los puestos de trabajo requeridos para la operación de un parque solar de 50 MW de potencia instalada.⁶³

63 Si bien el caso más generalizado en Uruguay en cuanto a potencia autorizada son los parques de 9,5 MW (cuatro parques), se entendió oportuno el caso de 50 MW (dos parques) a efectos de la comparación con las otras fuentes energéticas renovables.

Cuadro 7. Puestos de empleo permanentes a tiempo completo para O&M.
Parque solar en servicio con 50 MW de potencia

Proveedor del recurso laboral	Personal profesional	Personal técnico calificado	No calificado
Empresa de operación y mantenimiento	1 (ingeniero)	7 (técnico eléctrico o electromecánico o mecánico)	2 (administrativo de compras, logística, etc.)
Empresa de seguridad perimetral	0	0	3 (3 turnos de un guardia <i>full time</i>)
Total	1	7	5

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

En las plantas de escala importante hay equipos de personas trabajando en forma permanente, debido al compromiso de disponibilidad asumido por el responsable de la operación (que de no cumplirse implica grandes penalizaciones económicas). La presencia permanente no es común en emprendimientos de escala menor, focalizando el monitoreo casi exclusivamente en el análisis remoto de los datos aportados por los sistemas SCADA y asistiendo con cuadrillas de mantenimiento cuando es requerido.

Algunos casos aislados, como es el caso de la primera planta solar (*Asahí*, inaugurada en 2013), presentan una diferencia importante en la estrategia de monitoreo, incorporando prácticas de relevamiento técnico y mediciones intensivas *in situ* respecto de las condiciones de los paneles y demás equipamiento (derivando en un esquema de rutinas de monitoreo técnico más frecuentes), pero no fueron considerados para la extrapolación realizada al no ser representativos de la situación global ni en la estimación de empleos permanentes.

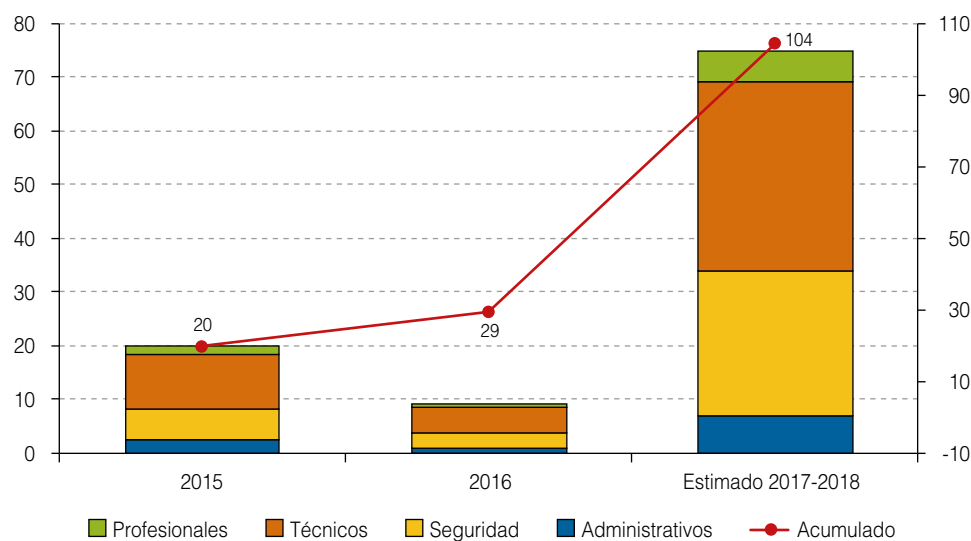
Para obtener los empleos permanentes totales para O&M de parques se realizó la extrapolación al total de parques solares inaugurados desde 2015. Al igual que para el caso eólico, el subsector tiene un alto grado de escalabilidad, en el sentido de que, conociendo los requisitos de empleo de un emprendimiento puntual, los datos son relativamente extrapolables al resto de los emprendimientos de generación del subsector.

También, en forma similar al caso eólico, los parques solares requieren 24 horas de seguridad perimetral cuyos puestos se incorporan en la estimación, considerando tres puestos permanentes de ocho horas a tales efectos, excepto para los casos de potencia menor a 7 MW, donde se estimó un recurso diario (seguridad compartida con otras actividades del predio) (ver gráfico 12).

A la estimación realizada de 104 puestos de trabajo permanentes creados al 2018 para la O&M de los 17 parques que estarán en servicio (incluyendo la seguridad perimetral de los mismos), restaría adicionarle, a efectos de estimar los puestos permanentes totales en generación, aquellos en el marco del desarrollo de proyectos, funciones de gerenciamiento y soporte corporativos (de administración, comercial, entre otras) y los puestos en el marco de la fabricación de insumos que se da dentro del sector para autoabastecerse (ver cuadro 8).

Agregando la información anterior, la relación de empleo permanente por unidad de capacidad instalada para el caso de generación solar fotovoltaica es de 119 puestos permanentes cada 100 MW de potencia instalada, dentro de estos, 46 corresponderían a operación y mantenimiento (incluyendo los puestos de seguridad perimetral) y 73 a fabricación de insumos del sector y a funciones corporativas (incluido el desarrollo de proyectos).

Gráfico 12. Puestos permanentes *full time* creados en O&M de parques solares, según tipo de cargo



Fuente: Elaboración propia con base en relevamiento de datos.

Cuadro 8. Puestos permanentes a tiempo completo creados en generación solar fotovoltaica, sin O&M^{a/}

Función	Puestos permanentes <i>full time</i>	Porcentaje
Funciones corporativas ^{b/}	67	40
Fabricación de insumos específicos del sector fotovoltaico	100	60
Total	167	100

Fuente: Elaboración propia con base en relevamiento de datos.

a/ Si bien se procuró excluir de la estimación los puestos dedicados a la operación y mantenimiento, se pueden dar algunos solapamientos en función del carácter *multi-tasking* de los cargos en algunas de las empresas, los que no fue posible discriminar. En particular pueden haber solapamientos entre las funciones de O&M y de desarrollo, así como entre generación y microgeneración fotovoltaica y entre el sector fotovoltaico y otros sectores de energía.

b/ Incluye la función gerencial, administración y otros servicios de apoyo corporativos, así como el desarrollo de parques y gerenciamiento de proyectos. Se procurará una separación entre estas dos categorías de cara al cierre de este estudio.

La diferencia con el caso eólico sería explicada principalmente por la mayor incorporación de componentes locales en el caso de la empresa líder del mercado de generación solar fotovoltaica, por ello una alta proporción de estos empleos están condicionados a la continuación de la actividad del sector.

En la microgeneración solar fotovoltaica, a diferencia de la explotación a gran escala, no se dispone de presencia permanente en las instalaciones para funciones de operación y mantenimiento. Asimismo, en general, estos proyectos no implican creación de puestos de trabajo para administración ni seguridad perimetral (se utilizan los recursos ya disponibles para las otras actividades que se llevan adelante en el lugar de la instalación).

Dependiendo de la potencia, el propietario pudo haber contratado el servicio de seguimiento remoto del funcionamiento de los equipos, en cuyo caso se concurre al lugar de la instalación cuando surgen

alertas durante este monitoreo. Esto implica para la empresa responsable del monitoreo centralizado, tener capacidad de respuesta a las órdenes de trabajo que surjan, para eso se dispone de cuadrillas de mantenimiento distribuidas en el país, compuestas por ingenieros y principalmente técnicos, lo que deriva en puestos de empleo permanentes. La concurrencia a la instalación también se genera para realizar actividades de mantenimiento preventivo (muy menor), o bien a solicitud del cliente.

En función de que estas mismas cuadrillas que concurren por mantenimiento correctivo o preventivo son las que instalan los equipos en la gran mayoría de los casos (en un esquema de trabajo *multi-task*), se dificulta seguir el esquema planteado hasta el momento para el caso eólico y de generación fotovoltaica, donde el trabajo para la instalación se computa como parte del empleo no permanente.

Para el caso de microgeneración, por tanto, se presentará una estimación de empleos permanentes que incluye al personal requerido para todas las etapas de la cadena de valor donde participan las empresas, que son, el desarrollo de proyectos (donde incluso en algún caso se cuenta con bases de datos propias de prospección del recurso en el país), la instalación, la operación (monitoreo) y el mantenimiento. Este personal varía principalmente en función del volumen de instalaciones gestionadas y no a base de la potencia instalada en cada una de ellas.

Cuadro 9. Puestos de empleo permanentes a tiempo completo en microgeneración solar fotovoltaica, 2017

	Personal profesional	Personal técnico calificado	No calificado y servicios de apoyo	Total
Empresas desarrolladoras e instaladoras	10 (ingenieros) ^{a/}	25 (técnico eléctrico o electromecánico)	10 (administrativo de compras, logística, comercial, etc.)	45

Fuente: Elaboración del autor.

a/ En algunos casos se suman profesionales de arquitectura.

Esta estimación procura reflejar la actualidad de las empresas de microgeneración, no contándose con la granularidad de datos necesaria para estimar una evolución temporal de los puestos. Asimismo, se debe tener en cuenta que las empresas desarrolladoras e instaladoras cuentan con otras líneas de negocio complementarias (pudiendo ser en algunos casos más importantes en términos de facturación o empleo que los proyectos de microgeneración), como ser proyectos de eficiencia energética o en desarrollo de otras fuentes energéticas. El efecto estimado de esta situación fue excluido del análisis, focalizando en los puestos de microgeneración solar fotovoltaica.

Los datos de empleo consolidados para el global del sector solar fotovoltaico, incluyendo microgeneración y generación en sus etapas de O&M así como de servicios corporativos y fabricación de componentes (específicos del sector) se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Puestos de empleo permanentes a tiempo completo. Solar fotovoltaica, 2017

Modalidad	Puestos permanentes a tiempo completo	Potencia instalada (MW)	Puestos/MW
Generación	271	228,55	118,5
Microgeneración	45	9,49	473,6
Total	316	238,04	132,7

Fuente: Elaboración del autor.

Se precisa nuevamente que un gran porcentaje de estos puestos permanentes está sujeto a la continuidad de la actividad del sector en cuanto a concreción de nuevas instalaciones, aspecto que, de no observarse, llevaría los puestos por unidad de energía instalada a niveles muy similares al caso del sector eólico.

b) Puestos de empleo no permanentes

El análisis de este apartado se focaliza en el caso de la generación, ya que las instalaciones en el caso de microgeneración se cubren con personal permanente de las empresas desarrolladoras, no requiriéndose otro tipo de empleos directos no permanentes.

El empleo directo no permanente en el caso de la energía solar fotovoltaica se concentra principalmente en la instalación de los equipos. El emplazamiento de los parques solares, intensivos en mano de obra, requiere de trabajadores previamente capacitados del sector metalúrgico, así como de obreros del área de la construcción (en una proporción que se aproxima al 80% y 20%, respectivamente).

La presencia de mano de obra extranjera en el sector fotovoltaico, al igual que para el caso eólico, es muy importante. Sin embargo, esta ha ido decreciendo en la medida que se capacitó al personal. Si bien inicialmente la eficiencia en el trabajo de la mano de obra local era muy menor a la de los trabajadores extranjeros, de amplia experiencia y calificación para la actividad, esta brecha se ha cerrado casi totalmente en la medida que se adquirió el *know how* sectorial en las empresas que apostaron al modelo de capacidades locales.

La transferencia de conocimiento se focalizó principalmente en prácticas de gestión para parques solares de gran escala, permitiendo el acercamiento a las modalidades de diseño y montaje existentes (diseño e instalación de estructuras de soporte, modalidades de gestión de brigadas de técnicos instaladores, entre otros). El conocimiento respecto de la tecnología en cierta forma ya estaba presente en Uruguay, pues como fuera señalado anteriormente, la tecnología es esencialmente similar en el caso de la generación fotovoltaica que para la microgeneración, modalidad donde ya se contaba con experiencia previa en el país.

La obra civil en un parque solar es de un volumen muy menor respecto de uno eólico. Por ejemplo, la base de material requerida para el sostén de un aerogenerador es mucho mayor que en el caso de los paneles solares (que requieren una pequeña base de hormigón que sostenga la estructura sobre la que se montan las celdas o incluso estas estructuras van directamente hincadas en el terreno o fijadas a superficies preexistentes, como ser techos de construcciones, dependiendo del caso, si bien esta modalidad es más común en microgeneración).

Lo anterior implica un menor impacto del sector solar en los sectores construcción, acero y logística (en virtud de que no requiere el transporte especial que precisan los componentes de un aerogenerador) que en el caso eólico, pero la instalación en sí es más intensiva en mano de obra calificada específicamente para la labor del sector.

Las menores inversiones requeridas tanto en las obras asociadas como en los análisis previos de disponibilidad del recurso, hacen que la barrera de entrada al sector solar fotovoltaico sea mucho menor que en el caso eólico.

En forma similar al análisis del caso eólico, se realizó una estimación de puestos totales no permanentes para la fase de construcción de parques solares fotovoltaicos en el periodo 2013 a 2017 (es decir, que incluye tanto los parques operativos como aquellos comprometidos y en desarrollo o bien en fase de pruebas finales). Los resultados se agrupan para un conjunto de rangos de potencia instalada,

representativos de la realidad nacional,⁶⁴ para ello se totalizan los promedios de puestos mensuales *full time* equivalentes, válidos durante la construcción del parque.⁶⁵

Cuadro 11. Puestos de empleo no permanentes para fase de construcción de un parque solar fotovoltaico (generación)

Rango de potencia autorizada (MW)	Cantidad de parques solares ^{a/}	Estimación de puestos mensuales creados (8 horas diarias)				Duración media estimada (meses)
		Personal de obra	Personal de administración	Dirección obra (ingenieros)	Total	
Menos de 10 MW	10	493,3	12,3	18,5	524,2	3,7
Entre 10 y 30 MW	5	454,8	11,4	18,9	485,1	6,6
Entre 31 y 50 MW	2	400,0	10,0	30,0	440,0	12,0
Total	17	1.348,2	33,7	67,4	1.449,3	5,5
Total puestos anuales a tiempo completo: 905 (396 cada 100 MW instalados)						

Fuente: Elaboración del autor basada en datos de UTE y DNE.

a/ Considera todos los parques eólicos en servicio, en fase de pruebas y en desarrollo en el 2017 (previstos de finalización en 2017 y 2018).

La construcción de parques solares entre 2013 y 2017 implicarán un promedio de 181 puestos de trabajo anuales a tiempo completo durante los cinco años de ejecución de las obras, correspondiendo, según la información relevada, el 93% de los mismos a personal de obra, 5% a ingenieros para dirección de obra y 2% a personal de administración.⁶⁶

La distribución en el tiempo de las contrataciones de personal no permanente para la construcción de los parques solares se estima mediante la evolución anual de los jornales diarios (entendidos como instancias de trabajo realizado en ocho horas) requeridos desde el sector solar fotovoltaico en el periodo (ver gráfico 13).

Al igual que con el caso eólico, se debe tener en cuenta que para el cálculo se realizan diversos supuestos, entre los que destacan se estiman los jornales de trabajo asociados a cada parque solar con base en su potencia autorizada (sobre la base de datos efectivos de las obras) y que se asignan todos los jornales de trabajo acumulados en cada parque al año de su entrada en operación (sea este año real o estimado para el caso de los proyectos en desarrollo), lo que no siempre ocurre de esa forma, especialmente en proyectos de gran escala.

4. IMPACTO EN OTROS SECTORES DE PRODUCCIÓN

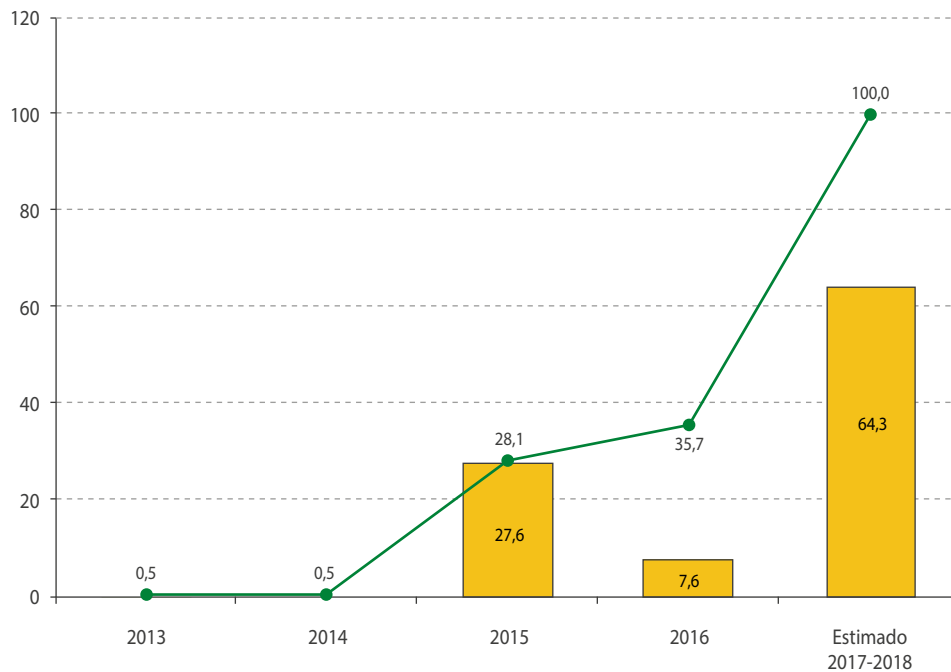
Los empleos indirectos generados desde el subsector solar hay que analizarlos diferenciando aquellos derivados de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones y de los asociados a la fase de construcción e instalación de los módulos.

64 Como fuente para la estimación se consideró la información relevada en las entrevistas con los desarrolladores, así como información que surge del Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

65 Se debe mencionar que los requerimientos en términos de jornales de trabajo para la construcción no presentan una distribución lineal durante los meses de duración del proyecto.

66 Se consideran cinco años si bien podrían quedar algunas obras pendientes de finalización para inicios del 2018.

Gráfico 13. Distribución anual de la contratación de jornales. Construcción generación solar fotovoltaico (porcentajes)



Fuente: Elaboración del autor.

La operación y mantenimiento requiere de un conjunto de servicios similares a los parques eólicos, aunque en menor escala, por lo que se estima que es una fase donde no tiene un impacto elevado en materia de empleo indirecto. De hecho la tecnología avanza en este sentido, por ejemplo, con paneles autolimpiantes. El recuadro 2 presenta los servicios requeridos en el marco de la operación y mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas (parques solares de generación o microgeneración).

Recuadro 2. Servicios requeridos durante la operación, mantenimiento y tipo de empresa prestadora

Servicio requerido (a demanda)	Tipo de empresa contratada
Estudios de monitoreo ambiental durante la operación para obtener las correspondientes renovaciones en las habilitaciones ambientales que permitan continuar operando.	Empresa de servicios ambientales.
Mantenimiento de buenas condiciones de limpieza y tránsito en el predio.	Empresa del entorno local.
Mantenimiento de instalaciones eléctricas de soporte (transformadores, cableado subterráneo, entre otros).	Empresa local de mantenimiento eléctrico.
Asesoramiento profesional en general (legal, económico financiero, ingeniería, contable y otros) durante la operación.	Empresa de asesoramiento profesional.

Fuente: Elaboración del autor.

En la fase de construcción e instalación es habitual la demanda de productos hacia sectores de actividad dedicados a la producción de cables, transformadores y otros insumos eléctricos.

Para el caso específico de productos y servicios metalúrgicos y de construcción, de no formar parte de los servicios brindados por la propia empresa desarrolladora, como es el caso más común en las empresas de microgeneración y en las empresas seguidoras en generación, estos servicios son subcontratados. Más específicamente, las estructuras metálicas para sostener los paneles en muchos casos son importadas, mientras que en otros se adquieren en el mercado local con un sobre costo.

Respecto del sector logístico, la instalación de un parque solar requiere de sus servicios, pero al no implicar transporte especial como en el caso de eólica, el impacto no es significativo y se basa en el traslado de contenedores estándar. Algunas empresas de microgeneración cuentan con sus propias flotas de transporte.

El desglose de la inversión en un parque solar en sus principales componentes se presenta en el cuadro 12, estableciéndose para cada uno su peso relativo en la inversión global del proyecto, la relevancia de la mano de obra y de los equipos y materiales en términos de costos globales del componente, a efectos de estimar su impacto en otros sectores de actividad (y con ello su impacto en términos de empleo indirecto) y, finalmente, su porcentaje de contenido local máximo en mano de obra o equipos, en los casos donde aplican una u otro (ver cuadro 12).⁶⁷

Considerando los componentes más relevantes en la inversión en un parque solar, se observa que para el caso detallado los cuatro componentes principales explican el 78% de la inversión global.

Los componentes tecnológicos más relevantes en la inversión, esto es los inversores y módulos fotovoltaicos, unidos acumulan algo más de la mitad de la inversión requerida (54%).

Según pudo relevarse, si bien estos componentes actualmente no se fabrican en el país, hay un proyecto avanzado con el objetivo de contar con una planta de ensamblaje de los componentes importados de los paneles solares en el mencionado Parque Industrial de Paysandú, para pasar a proveerlos localmente, razón que explica la estimación de 35% de contenido local máximo potencial en ese componente.

La incursión en paneles con mayor contenido local por medio del ensamblado de módulos fotovoltaicos, deberá ser realizada cumpliéndose con los estándares definidos para la industria a nivel internacional, pues estos estándares y la experiencia previa del solicitante son un requisito básico para acceder al apoyo de los organismos financiadores internacionales, al actuar como factor de mitigación de los riesgos asociados a la inversión. Por tanto, lograr participar en nuevas etapas de la cadena de valor, como sería con el ensamblado de paneles en Uruguay, es un proceso que involucra, al menos en su inicio, asociaciones con empresas internacionales del rubro que aporten su conocimiento específico.

Para el caso de los inversores no es probable en el mediano plazo ni se maneja la posibilidad de producción en Uruguay, siendo el caso análogo a lo que ocurre con el *hub*, *nacelle*, generador y *set* de palas del sector eólico, conjunto de *ítems* más relevantes de la inversión sin posibilidad de componente local.

Respecto de los otros dos componentes principales de la inversión, tanto para el montaje como para el diseño, producción e instalación de estructuras, se cuenta con potencialidad de inserción de la industria nacional y depende del modelo de negocio del desarrollador. Aquí se ubica la demanda hacia empresas

67 Refiere a la estimación del porcentaje de contenido nacional máximo efectivo para el componente, es decir, al valor agregado nacional máximo posible (en función de que exista en plaza capacidad tecnológica para su producción, independientemente del eventual sobre costo) sobre el valor final del bien o servicio (Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

Cuadro 12. Componentes de la inversión de un parque solar^{a/}
(porcentajes)

Componente de la inversión	Participación en la inversión global	Porcentaje de mano de obra	Porcentaje de equipos y materiales	Estimación de contenido local máximo		
				Mano de obra	Equipos y materiales	Otros
Módulos FV	42,5	0	100		35	
Montaje / Mano de obra	14,2	20	80	100	100	
Inversores y monitoreo	11,7	0	100		0	
Estructuras y estructurista	9,2	20	80	100	50	
Subestación MT	5,9	80	20	100	0	
Cables e interconexión AC y DC	5,0	40	60	100	40	
Puesto de conexión y medida	4,2	55	45	100	0	
Línea MT	2,9	50	50	100	40	
Mejoras al predio ^{b/}	1,8	80	20	100	100	
Logística	1,4	No aplica	No aplica			68
Transformadores MT	1,2	0	100		45	
Total	100					
Desarrollo / Ingeniería	5% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100
Seguros construcción	0,25% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

a/ Se refleja el caso más común al 2016, que son los parques solares de 10 MW, si bien de acuerdo con la Dirección Nacional de Energía (2015) los porcentajes no varían notoriamente para parques de 50 MW.

b/ Incluye vallado perimetral del predio, preparación del terreno, mejoras en caminería, entre otras actividades previas al montaje.

del rubro construcción para el montaje del parque (donde se dispone de personal local para cubrir la demanda de mano de obra y producción del material), así como hacia empresas especializadas en el diseño e instalación de perfiles de acero galvanizado sobre los que se colocarán los módulos fotovoltaicos. El diseño de estas estructuras metálicas requiere la presencia previa *in situ* de un estructurista para el análisis previo de estudios de suelo y recomendaciones de estructuras metálicas, en función de que el mismo varía según las condiciones del predio.

En términos de potencialidad, mientras que el montaje podría ser abastecido totalmente con mano de obra y materiales locales, el contenido local máximo para las estructuras sería potencialmente del 50% en su parte de materiales (pues hay 50% que indefectiblemente se debe destinar a la importación del

acero y zinc requeridos para su producción) y del 100% en la mano de obra requerida para la fase de estudios previos y su diseño, al contarse con el conocimiento en el país.⁶⁸

En los hechos, la inserción de componentes locales en estos rubros depende del modelo de negocios adoptado por la empresa desarrolladora, aspecto ya descrito anteriormente.

5. COMPETENCIA POR RECURSOS CON OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

En el caso de los parques solares fotovoltaicos, es muy relevante la proporción de la superficie del predio ocupado por el parque que no puede ser destinada a otras actividades productivas, aspecto que lo diferencia notoriamente del caso eólico. Si bien la superficie requerida para la instalación del parque es variable en función de las condiciones geográficas de la zona del emplazamiento y otros factores, a modo de referencia se estiman dos hectáreas por cada 1 MW de potencia instalada. Esto lleva a que se procuren terrenos con escasa productividad o magras condiciones para realizar otras actividades.

Los parques solares fotovoltaicos son incompatibles con la forestación (cuando es muy cercana al parque), y en algunos casos las actividades que generen partículas de polvo en el aire que puedan depositarse sobre los módulos fotovoltaicos, como podría ser el caso de la minería o de actividades agrícolas que impliquen el uso de silos, aunque con los avances tecnológicos esta dificultad puede ser superada.

Para la microgeneración, la tendencia mundial es aprovechar cada metro cuadrado inutilizado, por ejemplo, utilizando los techos de residencias, plantas productivas o galpones, minimizando la instalación directa sobre superficie terrestre. Las posibles dificultades surgidas proyecto a proyecto suelen ser resueltas en el marco de la etapa de diseño de la instalación, siendo la única incompatibilidad no eludible la eventual ausencia de luz solar por sombra sobre los equipos.

Respecto de la competencia por los recursos humanos, los perfiles son similares al caso eólico, pudiendo los técnicos que trabajan en el sector hacerlo en cualquier rama de la industria en general, si bien se ha logrado formar un conjunto de trabajadores cuya inserción es específica para la instalación de equipos en este sector y cuyos puestos de trabajo dependen directamente de la sostenibilidad del mismo.

6. DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL Y RECEPTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

Los proyectos de parques o granjas solares han tenido buena receptividad por parte de la comunidad local en la generalidad de los casos, vinculado al efecto positivo sobre la economía local generado durante la fase de construcción, sin observarse que el alto nivel de incompatibilidad con otros usos del suelo sea un factor negativo o de conflicto por el momento, pero a futuro podría serlo y es un aspecto a monitorear.

La ocupación de grandes extensiones de suelo es un aspecto que se ve mitigado cuando los paneles se integran a las construcciones existentes, como es más común en el caso de la microgeneración.

Es especialmente positiva la receptividad hacia el sector fotovoltaico en la zona del litoral oeste del país, que concentra el mayor desarrollo de parques solares y es el lugar donde se desarrolló el parque industrial ya descrito, brindando oportunidades de inserción laboral con prioridad hacia jóvenes y mujeres con situación precaria en sus posibilidades para conseguir trabajo.

68 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

7. TRABAJO DECENTE Y GÉNERO

Una experiencia destacable en el sector solar fotovoltaico es que se ha capacitado aproximadamente a 200 personas en “Instalación de Sistemas de Energía Fotovoltaica”; de las estas 100 capacitaciones fueron brindadas a mujeres de los departamentos de Artigas, Paysandú, Río Negro y Soriano, en el marco del programa de acción positiva de género, permitiéndoles su inserción laboral. Dependiendo del grupo de capacitación considerado, la cuota de género varía entre el 40% y el 60%, según el caso. Las personas que se capacitan, en el marco del convenio entre INEFOP, UTU (que aporta los docentes y el local para el aprendizaje) y la Empresa Tecnova, realizan posteriormente una pasantía remunerada en esta última, acorde a una primera experiencia laboral de seis meses y luego son contratadas en forma efectiva,⁶⁹ en el marco de tareas de instalación y montaje.

La iniciativa se concreta a partir de un acercamiento y acuerdo entre la mencionada empresa e INEFOP y UNTMRA (Unión de Trabajadores del Metal y de Ramas Afines). Posteriormente, el Banco Interamericano de Desarrollo propone tomar la experiencia como un ejemplo a nivel regional y ofrece a la empresa aplicar a algunos beneficios en el marco del financiamiento del Fondo Climático Canadiense (C2F), el que prioriza los proyectos que busquen un aporte más amplio al desarrollo y que consideren especialmente que las mujeres y los niños son los más vulnerables frente a los efectos del cambio climático.⁷⁰ De esta forma, se estableció una mejora en la tasa de acceso al financiamiento a la empresa, al cumplir con una cuota de género en la mano de obra operativa.

En términos de trabajo decente, se replican las consideraciones ya realizadas en el caso de la energía eólica para la fase de operación regular y también en cuanto a la extranjerización de la mano de obra para tareas de montaje e instalación, sobre todo en los primeros parques y en aquellas empresas que optan por el esquema de negocios de menor contenido local. En las empresas con estrategia enfocada al desarrollo local, con el tiempo se han desarrollado las capacidades de inserción de la mano de obra nacional, con una productividad creciente en el tiempo y en cuyos casos ha implicado una mayor tasa de sindicalización.

Respecto de la consideración de los trabajadores del sector fotovoltaico en los Consejos de Salarios, es relevante mencionar que desde el 2014 se ha conformado un subgrupo de “Energías alternativas” dentro del grupo correspondiente a “Industria química, del medicamento, farmacéutica, de combustibles y anexos”,⁷¹ el que habría tenido su primera ronda de negociación en el 2016, estando representados los trabajadores por medio de UNMTRA.

Del acta de creación de este subgrupo surge que incluye la “generación de energía eléctrica utilizando fuentes primarias renovables que no constituyan subprocesos de actividades principales”, por lo que podría ser el espacio para los trabajadores del sector solar fotovoltaico. En esta dinámica de madurez en el proceso de negociación colectiva que vive Uruguay, con la consolidación de los Consejos de Salarios como el ámbito principal para su concreción, pudo relevarse en algunos casos que de momento los trabajadores de las empresas del sector solar fotovoltaico (especialmente en microgeneración) suelen estar contenidos en el Grupo 8: “Industria de productos metálicos, maquinarias y equipos”, Subgrupo 3: “Aparatos eléctricos y electrónicos, electrodomésticos”, respondiendo a lógicas previas a la consolidación del sector fotovoltaico.

69 www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/inefop-capacitaciones-paysandu-integracion-inefop

70 <http://www.iadb.org/es/structured-and-corporate-finance/c2f/resultados-de-desarrollo-fondo-climatico-canadiense-c2f,8098.html>

71 Grupo 7: Industria química, del medicamento, farmacéutica, de combustibles y anexos, Subgrupo 8: Energías alternativas. www.mtss.gub.uy/web/mtss/consejos-de-salarios

8. PERSPECTIVAS DE EMPLEO

Comenzando por la energía solar fotovoltaica y más específicamente, en términos de generación fotovoltaica, la amplia mayoría de los parques solares se encuentra en desarrollo esperándose su concreción para 2017 o 2018, según el caso. De los parques en servicio, a la fecha de elaboración de este estudio, no hay ninguno vendiendo al mercado *spot* (como sucede en el caso de la eólica), sino que generan por medio de un contrato de suministro con UTE.

No se prevé un crecimiento de parques solares como el actual al menos para los próximos cinco años, siendo las mismas razones esgrimidas para el caso eólico, donde de acuerdo a los modelos la oferta cubre las necesidades de la demanda hasta el 2018.

Son excepción a lo anterior los eventuales parques solares propios de UTE, así como los parques para grandes consumidores, es decir, parques cuya generación tenga por objetivo principal sustituir el consumo de energía eléctrica de la red nacional como, por ejemplo, el caso de una empresa con actividad industrial intensiva en energía que instale un parque solar para autoabastecimiento energético.

Respecto de la microgeneración, actualmente se transita por un momento de redefiniciones de política para limitar el surgimiento de proyectos que se han focalizado en el negocio de la venta de energía a UTE y han proyectado producción de energía por sobre sus necesidades de autoconsumo, saliéndose del espíritu de la reglamentación.

Mientras que las restricciones al crecimiento del sector eólico con nuevos proyectos afecta principalmente a los puestos de empleo vinculados al desarrollo de parques, en el caso solar fotovoltaico tendrán un impacto mayor en términos de empleo, poniendo en riesgo las plantas de producción y los puestos de trabajo de personas formadas concretamente para fabricar insumos que son específicos del sector fotovoltaico (estructuras metálicas de soporte, cámaras de hormigón y otros) y para realizar la instalación de los equipos.

Concerniente a los proyectos y con el objetivo de lograr una mayor inserción del sector local en la cadena de valor con nuevos productos –como es el caso del proyecto de ensamblaje de paneles solares– surge como aspecto indispensable la necesidad de contar con una mirada estratégica que garantice que estos sean sustentables en el largo plazo, logrando equilibrar presiones e incentivos tanto del lado de la oferta como de la demanda, que potencialmente puedan afectar su sostenibilidad. Básicamente se puede puntualizar lo siguiente:

- del lado de la oferta, es necesario responder si será posible tener la capacidad de reconversión tecnológica permanente que exige esta industria, porque los paneles ensamblados hoy, probablemente mañana serán obsoletos. Es importante por tanto contar con mecanismos que permitan a la producción local acompasar el avance de la tecnología a nivel mundial⁷² y tener la capacidad de reconversión permanente que exige el contexto tecnológico en esta industria donde este tipo de plantas están siendo reconvertidas incluso más de una vez por año.
- Del lado de la demanda, es necesario responder cuál es la demanda prevista y qué viabilidad hay de colocar la producción local en la región. Estos proyectos deben tener en cuenta cuáles son los lineamientos de la política energética del país en términos de cambios en la composición de la oferta

72 Una celda fotovoltaica difícilmente puede catalogarse como un *commoditie*, cuando se trata de un producto definido por varias decenas de variables específicas. Según las características del proyecto puntual (basada en su finalidad, a los rangos de temperatura a que se expondrán los paneles, si será a nivel de piso o en un techo, con qué rango de humedad, etc.), las celdas recomendables serán unas u otras y la tecnología evoluciona permanentemente en ese sentido, ampliando la gama de productos disponibles, los materiales de base utilizados y aplicando nuevas soluciones en nanotecnología (antiadherentes para evitar suciedad y antirreflejo, entre otras posibilidades).

(mantenimiento o no de la promoción de la fuente solar fotovoltaica) y de cambios en la composición de demanda de energía (eventual promoción de la energía eléctrica en sectores como el transporte e industria), así como la potencialidad real de inserción de la producción en la región, que posibilite su colocación de una forma rentable en los países vecinos y no ligada exclusivamente a las compras desde el ámbito local y a incentivos artificiales de corto plazo.

Una modalidad que se está desarrollando y que tiene buen potencial es a partir de una reglamentación específica para el autoconsumo,⁷³ que permite que los clientes puedan instalar generación de electricidad sin volcarla a la red, manteniendo la condición de clientes. Aunque esta modalidad puede implementarse con cualquier fuente de energía, la fotovoltaica es la que tiene mayor potencial. Actualmente hay una sola instalación conectada de 500 kW, pero hay varias solicitudes iniciadas, todas del orden de esa potencia.

Asimismo, son varios los casos de instalaciones fotovoltaicas destinadas a alimentar sistemas autónomos que requieren eliminar la posibilidad de cortes en el aprovisionamiento de energía (cadenas de frío, procesos químicos, comunicaciones de datos financieros, entre otras cargas esenciales), teniendo la red de UTE como respaldo.

Pero más allá de estas últimas alternativas, las perspectivas para el sector fotovoltaico en el corto plazo son limitadas, tanto en generación como, aunque en menor medida, también en microgeneración. Algunas empresas en ambos subsectores se están volcando al mercado regional, como ocurre con el caso eólico, siendo Argentina, Brasil y Chile los principales destinos y el primero de estos países, el único caso donde se verifican exportaciones de insumos (estructuras metálicas) además del desarrollo y diseño de los parques, foco principal de las oportunidades de negocio.

Los escenarios para realizar proyecciones de puestos de empleo para el sector fotovoltaico están muy marcados, al igual que en el resto de las fuentes renovables, por el rumbo futuro de la política energética para los próximos años, si bien el grado de expectativa desde la incipiente industria local es mayor.

Como se señalara más detalladamente en el análisis del caso eólico, algunos de los aspectos determinantes serán el incremento en la demanda por energía y su composición, la consolidación de algunos proyectos que implicarán aumento en la oferta de energía (en particular la posible nueva planta de celulosa y la planta regasificadora), el mantenimiento de los incentivos claros en materia de promoción de las energías renovables, la facilidad de colocación de producción de energía en la región o entre privados locales, el refortalecimiento o no del rol de la estatal UTE como agente generador de energía eléctrica, la consideración que se tenga respecto de los eventuales excedentes de energía eléctrica, y la rentabilidad de los proyectos del sector solar fotovoltaico con relación a otras opciones de fuentes de generación de energía.

73 Decretos 114/014 y 043/015.

Capítulo VI

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE ENERGÍA HIDRÁULICA



1. LA CADENA DE VALOR

En materia de hidrogeneración Uruguay cuenta con tres centrales distribuidas en cascada sobre el río Negro y con una central de carácter binacional ubicada al norte del país en el curso medio del río Uruguay que es gestionada en conjunto con Argentina, aprovechando para la generación hidroeléctrica un desnivel natural llamado Salto Grande, aguas arriba de las ciudades de Concordia (Argentina) y Salto (Uruguay).

En todos los casos se trata de centrales de gran escala, no existiendo de momento pequeñas centrales hidroeléctricas en el país (PCH) operativas o en construcción, aspecto que se profundiza más adelante.

Las tres centrales del río Negro son gestionadas por la estatal UTE, mientras que la binacional por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM), con representación de ambos países.

Mientras que las centrales del río Negro (Rincón de Baygorria, Constitución y Doctor Gabriel Terra) acumulan una potencia instalada de 593 MW,⁷⁴ el Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande posee catorce unidades hidrogeneradoras con 135 MW de potencia cada una, totalizando una potencia instalada de 1.890 MW (compartida en parte iguales de 945 MW con Argentina).

Esta fuente de energía renovable tradicional acumula una potencia instalada de 1.538 MW, valor estable desde hace más de dos décadas, por lo que en el esquema actual de la cadena de valor no hay presencia marcada de desarrolladores o constructores. A su vez, no intervienen otros operadores más allá de los mencionados, por ello la cadena de valor se resume en el siguiente diagrama.

74 www.dne.gub.uy

Diagrama 8. Principales actores y roles en la cadena de valor del sector hidráulico



Fuente: Elaboración del autor.

Los actores especializados en la cadena de valor, por tanto, son los operadores, no habiendo otros actores de marcada presencia, más allá de los responsables de gestión, regulación y administración del mercado.

La operación y mantenimiento técnico de las centrales de generación se ejecuta totalmente con personal propio de UTE y CTM, según el caso. Excepción a esta realidad podrían ser eventuales obras de envergadura mayor que puedan requerir apoyo externo, pero son muy esporádicas. Tal es el caso de la remodelación completa prevista para la central de Baygorria en los próximos años (al 2020), que se estima generará 60 puestos de trabajo durante el proceso (es decir, se trata de puestos no permanentes).

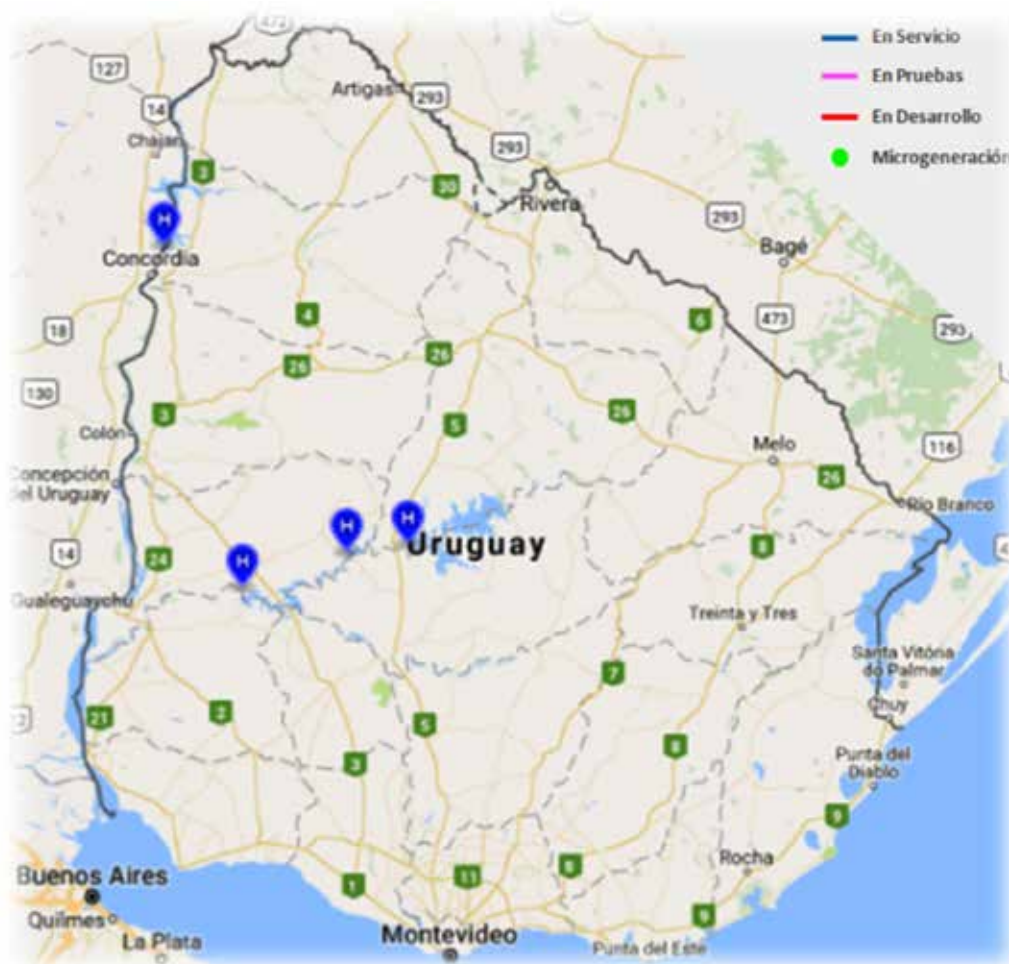
Como cadena de valor es importante destacar que con el actual esquema energético, la energía eólica y la solar fotovoltaica ya están reemplazando a los combustibles fósiles como el sustituto natural de la energía hidráulica y viceversa, a partir de la notoria complementariedad que presentan estas fuentes renovables. UTE cuenta con automatismos con los que, ante carencias en la generación desde la eólica, por ejemplo, se incrementa automáticamente la generación desde las centrales hidroeléctricas.

Para algunos actores esta realidad representa un cambio profundo en el modelo de despacho de energía eléctrica en el país, porque la fuente principal de generación –que históricamente fue la hidráulica– en cierta forma pasa a ser una fuente de respaldo, al actuar las represas con agua acumulada como baterías de reserva a utilizar cuando se requiera, en la medida justa, ante carencias de eólica y solar y así optimizando el modelo completo.

2. DESCENTRALIZACIÓN TERRITORIAL

Como fuera señalado, Uruguay cuenta con tres centrales hidroeléctricas de gran porte sobre el río Negro y con una central binacional, gestionada en conjunto con Argentina, ubicada al norte del país.

Mapa 3. Distribución geográfica de puntos de generación de energía hidráulica



Fuente: UTE.

Uruguay no cuenta de momento con centrales hidroeléctricas de menor porte (pequeñas centrales hidroeléctricas), si bien los emprendimientos en esta modalidad están contemplados por la normativa de fomento a las energías renovables, en el marco del Decreto 354/009.

3. EMPLEO DIRECTO EN EL SUBSECTOR HIDROELÉCTRICO

a) Puestos de empleo permanentes

El empleo directo en el caso hidroeléctrico se concentra en los operadores de las centrales, es decir, en la empresa estatal UTE y en la CTM, así como en menor medida, en las respectivas empresas de servicios contratadas por estas para la ejecución de un conjunto de procesos de apoyo.

Las subcontrataciones, por tanto, se concentran en actividades de apoyo y no en los procesos centrales vinculados a la generación de energía y gestión de los activos principales. Tanto en las centrales de UTE como en la binacional, los activos principales son operados y mantenidos con empleados propios de UTE o CTM, respectivamente, a excepción de grandes obras o el mantenimiento de compuertas de la propia presa por ejemplo, que se pueden realizar cada tres décadas y son contratadas a empresas especializadas por medio de licitaciones internacionales, pero bajo la supervisión del operador.

En el marco de las tres centrales de UTE, la cantidad de puestos permanentes a tiempo completo son 236, incluyendo las personas que trabajan directamente en las centrales como los puestos para el gerenciamiento, control y monitoreo desde Montevideo. Adicionalmente a los cuatro ingenieros por central y a los técnicos de operación y mantenimiento, cada central hidroeléctrica requiere de un conjunto de cargos para cumplir con las siguientes actividades de apoyo: vigilancia, limpieza, mantenimiento edilicio y de los espacios verdes. Estas actividades derivan en empleos directos permanentes y son subcontratadas a diversas empresas de servicios de localidades cercanas a cada central.

Sumando los 261 puestos permanentes en Uruguay de la central binacional, el sector hidráulico genera 497 puestos en total, cuya desagregación por nivel de calificación se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Puestos permanentes a tiempo completo por tipo de calificación. Sector hidráulico, 2016

Puestos	Personal profesional	Personal técnico calificado (eléctricos, mecánicos)	Baja calificación	Total
Centrales UTE	22	152	62	236
Central Salto Grande (Uruguay)	57	125	79 ^{a/}	261
Total	79	277	141	497

Fuente: UTE y CTM.

a/ Se estiman 20 puestos para tareas de seguridad perimetral, limpieza y otros servicios similares.

Del total de puestos requeridos para las centrales de UTE, 179 radican en funcionarios de UTE y 57 son contratados externos. Según se pudo relevar, es accesible procurar técnicos egresados para la operación y mantenimiento en las centrales, no así para el caso de profesionales de ingeniería interesados en radicarse en el interior del país.

Si bien en el marco de la innovación tecnológica se han perdido algunos puestos de empleo, por ejemplo a partir de la automatización de algunos procesos de monitoreo y toma de medidas que antes eran manuales, este efecto de momento es muy escaso en el global de empleos permanentes.

b) Puestos de empleo no permanentes

En el marco de la operación y mantenimiento de las centrales hidroeléctricas son contratados múltiples servicios, focalizados en actividades auxiliares o de apoyo, excepto para el caso esporádico de proyectos de remodelación o mejoras tecnológicas sustantivas cuya dimensión no pueda ser abarcada exclusivamente con personal propio.

Los mantenimientos menores (albañilería, construcción, mantenimiento de flota automotor, entre otros) son ejecutados mediante contratos con empresas por medio de llamados a concurso de precios.

El empleo indirecto, por tanto, se genera por medio de la contratación de diversos servicios requeridos y tipo de empresa, según el recuadro 3.

Recuadro 3. Servicios requeridos durante la operación de centrales hidroeléctricas y tipo de empresa prestadora

Servicio requerido (a demanda)	Tipo de empresa contratada
Traslado diario de personal hasta la central y retorno desde la misma a localidades aledañas.	Empresa local de servicios de transporte.
Mantenimiento edilicio general, abarcando construcción, pintura y reparaciones (no eléctricas ni mecánicas de la central).	Empresa local de construcción.
Aprovisionamiento de insumos y repuestos eléctricos genéricos (repuestos específicos del negocio se importan directamente desde el exterior).	Empresas nacionales venta de insumos y repuestos eléctricos no específicos del negocio.

Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

4. IMPACTO EN OTROS SECTORES DE PRODUCCIÓN

Los procesos centrales relacionados con la generación hidroeléctrica se ejecutan totalmente con personal de las operadoras (abarcando tanto operación como mantenimiento), no generando grandes encadenamientos sobre empresas de otros sectores de actividad (excepto el caso de eventuales proyectos de remodelación profunda en la infraestructura disponible).

Por el contrario, sí se generan impactos positivos vinculados a la cobertura de los servicios de apoyo ya mencionados anteriormente, muchos de ellos tercerizados en empresas locales (transporte, alimentación, entre otros).

No se profundiza en el impacto en otros sectores a partir de la fase de construcción, por la antigüedad de las obras de infraestructura del sector hidráulico, muy anteriores a la última década, foco del análisis.

5. COMPETENCIA POR RECURSOS CON OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las centrales hidroeléctricas logran buena complementación con aquellas actividades productivas intensivas en riego y con la forestación (particularmente aportaron al desarrollo de la forestación en las costas de los embalses).

También es buena la complementariedad con la industria turística y con la cría de esturiones en la zona del lago de la represa de Baygorria, donde se construyó la primera granja de esturiones en el hemisferio sur del planeta, que posibilita en la actualidad la exportación de carne de esturión y de caviar de muy alta calidad a nivel internacional, mercado en el que Uruguay se ha posicionado como un productor de primer nivel mundial.

En el caso de la central binacional, el complejo posee un área especializada en relaciones públicas con el propósito de realizar visitas a la central, tanto con fines turísticos como educativos, con un registro de 40.000 visitantes anuales. Asimismo, y como parte de las actividades vinculadas a responsabilidad social, se asumen en forma asociada con otras instituciones (Intendencia, instituciones educativas, entre otras) inversiones o colaboraciones con equipamiento, obras o infraestructura.

6. DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL Y RECEPTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

En todos los casos la instalación de las centrales hidroeléctricas data de hace muchos años (entre 35 y 72 años, según el caso) y sin dudas tuvo en cada una su gran impacto sobre el paisaje y bosques nativos,

con creación de lagos y pequeñas islas donde antes no los había, pero actualmente están insertas en la vida cotidiana de las localidades aledañas y la comunidad en general, con buen nivel de aceptación.

7. TRABAJO DECENTE Y GÉNERO

En el marco de una concentración casi total de los puestos de trabajo en el ámbito del sector público, no se verifican aspectos especialmente destacables relativos al trabajo decente.

La tasa de sindicalización es alta y en el marco de las agremiaciones laborales del sector público (Agrupación de Funcionarios de UTE por un lado (AUTE) y la Asociación de Trabajadores Uruguayos de Salto Grande (ATUSG).

Pudo relevarse que los niveles salariales son buenos, sobre todo considerando su comparación en términos relativos con los salarios medios de las zonas donde se emplazan las centrales hidroeléctricas, en el norte y centro del país.

En materia de género se observa que aproximadamente las tres cuartas partes de los puestos son ocupados por hombres.

8. PERSPECTIVAS DE EMPLEO

La estrategia vigente indica que no se prevén nuevas centrales hidroeléctricas de gran porte al menos durante los próximos diez años, debiéndose considerar que estas posturas pueden variar en el tiempo en función de cambios en las condiciones de las variables fundamentales.

Respecto de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) para autoconsumo o para volcar a la red eléctrica nacional, si bien se ha fomentado la formulación de proyectos para su instalación, por ejemplo por medio de la generación de información para los inversores acerca de posibles puntos geográficos donde instalar las PCH,⁷⁵ de momento no se cuenta con proyectos en desarrollo, siendo la viabilidad económica el principal obstáculo enfrentado.

Una de las propuestas que logró avanzar como emprendimiento es el caso de una PCH en Paso Severino, donde actualmente se cuenta con una presa de reserva de agua para potabilizar, previendo que este siga siendo el principal uso de la misma, pero incorporando un segundo uso subsidiario que es la generación eléctrica, con una potencia máxima a instalar de 5 MW. El proyecto no se ha ejecutado de momento.

75 Para mayor información, ver www.miem.gub.uy/web/energia/-/pequenas-centrales-hidroelectricas-pch-

Capítulo VII

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE RESIDUOS DE BIOMASA



1. LA CADENA DE VALOR

La biomasa es toda materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético. Dentro de la biomasa, este capítulo focaliza en el análisis de la evolución del empleo creado en el marco de la generación de energía eléctrica a partir de residuos de biomasa seca, como ser la cáscara de arroz o de cebada, el bagazo de caña, el licor negro, los gases olorosos o los residuos de la industria maderera, constituyendo globalmente un sector de amplio crecimiento en la última década en Uruguay.⁷⁶

La mayor utilización de la biomasa como fuente energética ha sido el principal factor explicativo en el inicio de la transición hacia una matriz de generación de energía eléctrica más verde, luego profundizada por la energía eólica y más recientemente por la energía solar fotovoltaica.

Con el objetivo de focalizar en el impacto sobre el empleo en el marco de este cambio, el análisis se centra exclusivamente en los emprendimientos productivos que vuelcan total o parcialmente a la red eléctrica nacional la energía eléctrica generada a partir de residuos secos de biomasa. No forman parte del relevamiento los empleos derivados de actividades por fuera de este marco, como, por ejemplo, los empleos referidos al abastecimiento de leña para calefacción a nivel residencial o para la operación de calderas u hornos basados en esta fuente renovable tradicional.

El avance en la producción de energía a partir de residuos de biomasa ha ocurrido en paralelo con el crecimiento de la actividad forestal, la industria de la celulosa y la producción de soja, arroz y trigo.

Por medio del Decreto 77/006 se promocionaron los contratos de compraventa de energía eléctrica entre la empresa estatal UTE y los agentes generadores de energía a partir de fuentes renovables (eólica, biomasa e hidroeléctrica), luego instrumentados sobre la base de condiciones explicitadas en el marco

⁷⁶ No se consideran en este capítulo los residuos de biomasa húmeda, correspondientes a aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos.

de una licitación pública.⁷⁷ En dicho marco firmaron contrato con UTE tres empresas que pasaron a ser generadoras a partir de residuos de biomasa, totalizando una potencia asociada de 36 MW.

Posteriormente, el Decreto 397/007 modifica ciertos aspectos del anterior (en particular aumenta la potencia máxima a instalar por las centrales (hasta 20 MW), pero manteniendo como potencia total máxima a contratar por UTE en 10 MW, contando con la posibilidad de comercializar los excedentes en el mercado *spot*.⁷⁸ El Decreto se instrumentó en una nueva licitación pública de llamado a generadores por parte de UTE,⁷⁹ sumándose tres agentes adicionales por 29,5 MW.⁸⁰

Al incentivo desde la normativa se sumó la conformación del Proyecto de Producción de Electricidad a partir de biomasa en Uruguay (PROBIO), a iniciativa del gobierno y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con financiamiento del Fondo Global Para el Medio Ambiente (GEF). PROBIO permitió el desarrollo de los instrumentos de acceso a la información, de incentivos para el desarrollo de capacidades locales, diseño y propuesta de instrumentos de política energética, ambiental y de aprovechamiento de recursos naturales necesarios para promover la utilización energética sustentable de los subproductos de biomasa provenientes de la actividad forestal y otras cadenas.⁸¹

Estos incentivos posibilitaron la utilización de los subproductos de biomasa de la actividad forestal y otras cadenas con un fin energético. En ocasiones, la generación de energía a partir de residuos de biomasa es el principal negocio del emprendimiento productivo (central de generación), mientras que en otros casos la misma ocurre en paralelo a la actividad principal, actuando como factor de reducción de costos (central de cogeneración, modalidad de operación profundizada más adelante).

Incorporando a los emprendimientos en el marco de los decretos anteriores, las centrales de cogeneración en las plantas de celulosa y un emprendimiento exclusivamente orientado al mercado *spot*, tenemos que al cierre del 2016 la potencia instalada para generación de energía eléctrica a partir de residuos de biomasa era de 411,5 MW distribuidas en nueve plantas,⁸² sin nuevas centrales previstas, al menos para este año.⁸³

La empresa estatal UTE no es propietaria de plantas de generación de energía eléctrica con residuos de biomasa, como sí ocurre para los casos eólico e hidroeléctrico.

En total, más del 80% de la potencia instalada se ubica exclusivamente en dos plantas, que son las correspondientes a la industria de celulosa.⁸⁴ La operación de estas plantas es intensiva desde el punto de vista energético, consumiendo grandes cantidades de energía pero a la vez produciendo vapor y

77 Licitación Pública P35404.

78 Proyecto PROBIO. <http://www.probio.dne.gub.uy/cms/index.php/generacion/llamados-a-generadores>

79 Licitación Pública P37637.

80 Fuera del marco normativo mencionado anterior, no hay nuevos proyectos concretados, si bien a final de 2010 se realizó una nueva convocatoria exclusivamente para generadores de energía eléctrica a partir de biomasa (Decreto 367/010) con la meta de incorporar al menos 200 MW de potencia instalada en generación a partir de biomasa, pero sin proyectos consolidados.

81 El proyecto fue ejecutado por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), a través de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), por medio de la Dirección de Energía (DNE) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), a través de la Dirección General Forestal (DGF).

82 Al respecto, ver www.ute.com.uy.

83 Al momento de efectuar el relevamiento, en el sitio *web* de UTE figuran dos plantas en desarrollo de 20 MW de potencia instalada cada una, para el departamento de Tacuarembó, pero no han sido consideradas por encontrarse en el marco de un proyecto pausado, habiendo vencido los plazos previstos para el inicio de las obras, sin avances.

84 Plantas de UPM y Montes del Plata, ambas sobre el margen del Río Uruguay, la primera con una capacidad de 161 MW, de estos, aproximadamente 30 MW son vendidos a UTE y el resto consumidos internamente, y la segunda con 180 MW de los que comercializa 80 MW con UTE.

energía eléctrica en planta, por medio de la utilización de combustibles regenerados de la propia madera y generando excedentes que se vuelcan a la red nacional. Pero en la cadena de valor participan empresas de otros rubros, como ser de industrialización de madera o de producción de azúcar refinada, donde al igual que en el caso de la industria de la celulosa se utilizan los residuos para generar energía (parcialmente consumida en el propio proceso productivo) y luego comercializar los excedentes como un negocio complementario. También hay otros emprendimientos, cuyo negocio primordial sí es la generación y venta de energía eléctrica.

Según el caso considerado, la venta se concreta mediante contratos de suministro a término con UTE, por medio del mercado *spot* (el precio *spot* es el que reciben los generadores privados sin contrato con UTE), o bien en una combinación de estas opciones (contrato a término y comercialización de excedentes en el mercado *spot*). En virtud que el precio *spot* ha bajado grandemente, entre otras razones por la menor utilización de generación térmica, actualmente las plantas sin contrato con UTE tienen una perspectiva de ingresos por venta de energía más limitada. Con el acceso a la energía en el mercado *spot*, UTE tiene la posibilidad de complementar su oferta en momentos de escasez en otras fuentes, como la hidráulica, evitándose tener que recurrir a la energía térmica basada en fósiles o bien a importaciones de energía eléctrica.

Una diferencia entre la cadena de valor para esta fuente renovable, en comparación con los sectores eólico, solar (fotovoltaico y térmico) e hidráulico, es que el recurso utilizado no es de libre disponibilidad en la naturaleza, sino que acceder al mismo en la calidad y cantidad requerida implica un costo, que puede desglosarse en costos de adquisición o cosecha propia, de transporte, de almacenamiento y de puesta a punto para su procesamiento (chipeo de los residuos, secado, entre otros). Por tanto, el costo de la materia prima es parte del gasto a asumir en la operación de la planta. Como contraparte, el recurso en este caso se puede almacenar y, por ende, traducirse en energía firme, a la vez que soluciona problemas ambientales al permitir la valorización y uso energético de residuos que de otra forma estarían depositados en zonas cercanas a la operación del sector de origen (representando un potencial pasivo ambiental), lo que contribuye a la diversificación de la matriz energética hacia fuentes autóctonas y renovables. Asimismo, en términos de empleo, este sector es intensivo en mano de obra y servicios si lo comparamos con otros sectores como el solar fotovoltaico o el eólico (ver diagrama 9).

La tecnología en una planta de biomasa requiere, básicamente, de una caldera para generar vapor a partir de la combustión provocada con los residuos de biomasa.⁸⁵ La energía del vapor se utiliza para mover el rotor del generador y así obtener la energía eléctrica. El autoabastecimiento de energía térmica y eléctrica es una práctica habitual por su eficiencia tanto en la industria de procesamiento alimenticio como en la celulosa y papel.

En el proceso se utilizan grandes volúmenes de agua, tanto agua de caldera con distintos tratamientos previos según el caso (para generar el vapor requerido) como agua para lograr enfriamiento (en torres de enfriamiento). La gestión del agua suele ser contratada como un servicio integral a una tercera empresa, estimándose que la proporción del componente local en el global del costo de tratamiento de agua es del 80%.⁸⁶

Dependiendo del caso, algunas plantas cuentan con tecnología para generación de electricidad con turbina de vapor, mientras que otras realizan cogeneración con turbina de vapor. La diferencia radica en que la cogeneración es la producción simultánea de calor y electricidad. Se aplica en sectores de

85 En la mayoría de los casos la tecnología de combustión se basa en la quema directa, pero también hay casos de gasificación y combustión en cámara torsional.

86 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015), basado en el caso de residuos forestales.

Diagrama 9. Principales actores y roles en la cadena de valor del sector de residuos de biomasa



Fuente: Elaboración del autor.

actividad donde haya un consumo térmico (en forma de vapor o de agua caliente), permitiendo obtener una eficiencia de energía mayor que si se generara calor y electricidad de forma separada.⁸⁷

Siendo que la finalidad de las plantas de cogeneración no debiera ser la producción de electricidad sino abastecer de energía un determinado proceso productivo, la generación de electricidad puede ser deficitaria o excedentaria respecto de las necesidades de electricidad de la propia planta y es complejo para un cogenerador ser un productor firme de energía de cara al mercado. Los excedentes de electricidad eventualmente podrían ser volcados a la red nacional.

En estas plantas conviven distintos sistemas, como ser, de tratamiento de la biomasa (chipeadora, cintas transportadoras y otros según el caso), de generación de vapor (abarcando la caldera, chimenea, entre otros) y de condensación del vapor, de tratamiento de humos para eliminar partículas, de tratamiento de efluentes, de refrigeración, de instalaciones eléctricas, entre otros. La operación de la planta implica la gestión integral de todos estos sistemas, que a su vez impactan en los puestos de trabajo necesarios para la misma.

El mantenimiento que abarca las actividades de control preventivo y correctivo (la compra de repuestos y gastos por reparaciones) durante la vida útil de las centrales (alrededor de 20 años)⁸⁸ suele implicar costos elevados debido a la gran cantidad de componentes sujetos a desgaste durante su operación y se estima que el componente local en el valor total de mantenimiento representa el 90% del mismo.⁸⁹

87 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2014).

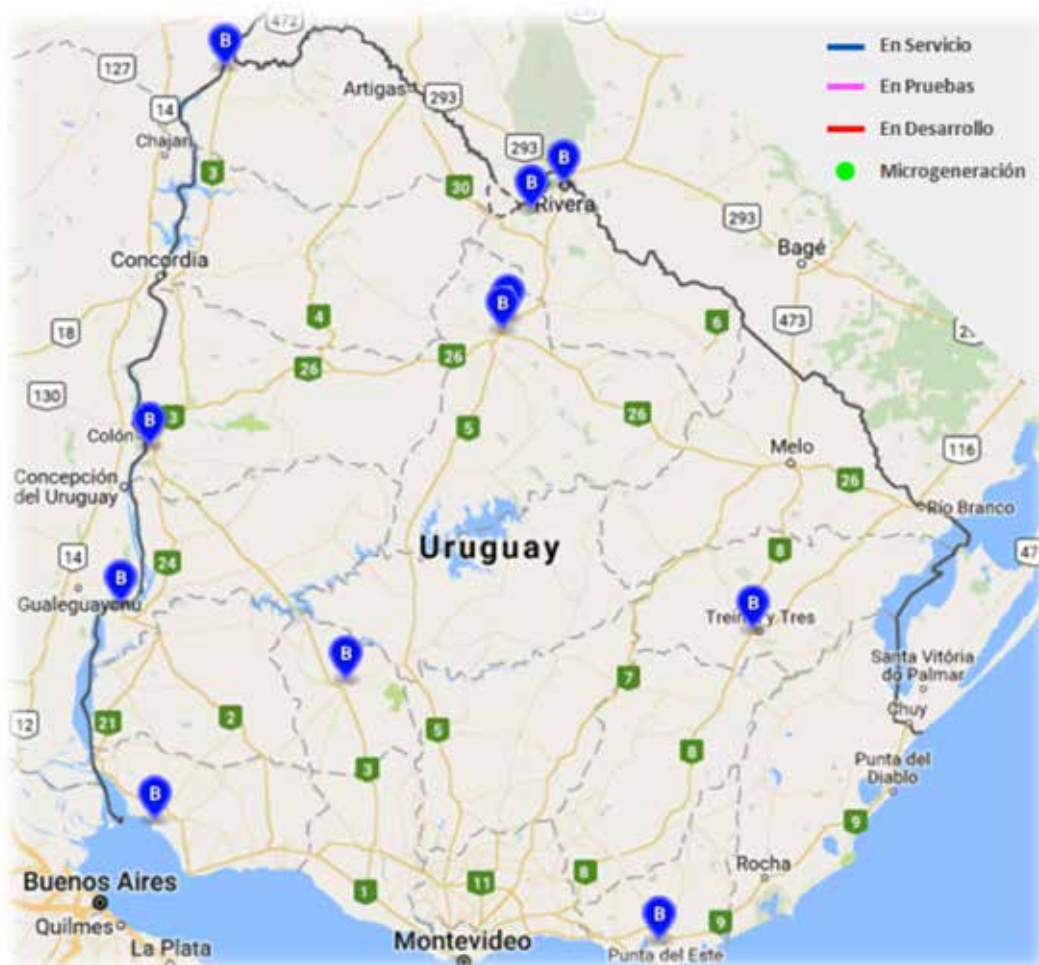
88 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

89 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

2. DESCENTRALIZACIÓN TERRITORIAL

Los puntos de producción de energía en la fuente renovable de residuos de biomasa están distribuidos en todo el país. La mayor parte de la potencia instalada se concentra sobre el litoral del río Uruguay donde están instaladas las dos plantas de celulosa, las que utilizan como fuente energética los sub-productos de la producción de celulosa (el licor negro y lodos). Una de ellas, adicionalmente, genera energía a partir de residuos forestales.

Mapa 4. Distribución geográfica de puntos de generación de residuos de biomasa^{a/}



Fuente: UTE.

a/ Incluye plantas de residuos de biomasa así como dos plantas correspondientes a biogás.

La zona noreste del país (los departamentos de Tacuarembó y Rivera) reúne las plantas de generación con foco en la biomasa forestal (siendo que en estos dos departamentos se concentra el 80% de las plantaciones de pino), mientras que en Treinta y Tres se ubica la principal planta a base de cáscara de arroz, propiedad de empresas arroceras de la zona.

Las centrales son operadas en forma presencial en el lugar del emprendimiento, no habiendo operación remota. A su vez, en virtud que las mismas están ubicadas en predios cercanos al lugar de obtención de la materia prima, se observa que los puestos de trabajo se generan alejados de

las grandes ciudades, factor que fomenta la descentralización territorial y genera oportunidades de empleo en el interior del país, con pocos puestos directos en las ciudades (especialmente en la capital del país).

3. EMPLEO EN EL SUBSECTOR RESIDUOS DE BIOMASA

a) Puestos de empleo permanentes⁹⁰

Los empleos permanentes de este sector abarcan los necesarios para dar cobertura al servicio de operación y mantenimiento durante la vida útil de las plantas de generación. Los empleos no permanentes, por su parte, refieren exclusivamente a los empleos creados durante la fase de construcción de las plantas de biomasa y que no permanecen luego de finalizada la misma.

El trabajo a desarrollar para la puesta en operación de una central de biomasa implica un conjunto de fases que van desde los análisis del recurso con evaluaciones y estudios de la composición de la biomasa, análisis de ubicación para el emplazamiento, estudios de viabilidad económico-financiera del proyecto (sea en el marco de un proyecto exclusivo para generación o bien para cogeneración en el contexto de un emprendimiento previamente existente o nuevo), análisis de conexión a la red eléctrica nacional, gestión de trámites y permisos (ambientales, de generación y otros), gestión de obras requeridas con la adquisición e instalación de equipos, entre otros aspectos ambientales, económicos y sociales.

La operación de las centrales suele efectuarse con recursos propios de las empresas propietarias de las plantas, a diferencia de los casos eólico y solar donde se subcontrata la misma a un tercero. La preparación previa de la materia prima para su utilización (por ejemplo, la realización del chipeo) en ocasiones es subcontratada a otras empresas que operan en el predio.

La estimación de puestos permanentes en los casos de emprendimientos exclusivamente dedicados a la comercialización de energía es más simple que en los casos donde la producción de energía ocurre en el contexto más amplio de la cadena de valor completa del negocio que se trate (industria de la celulosa, industria maderera, etc.), pues implica aplicar un criterio para discriminar los puestos asignables al sector de energías renovables del resto. Metodológicamente, se optó por incluir todos los empleos de la organización en los casos que la generación de energía sea el negocio principal, mientras que se consideran exclusivamente los puestos requeridos para la operación y mantenimiento en los demás casos.

El cuadro 14 describe las necesidades de empleos permanentes *full time* para la operación y mantenimiento de central de 10 MW de potencia,⁹¹ el caso más representativo del país.

90 Los puestos de empleo permanentes, es decir, aquellos creados para las actividades regulares del sector que trascienden la fase inicial de construcción y montaje de las instalaciones son considerados en términos *full time* equivalentes, es decir, que al cuantificar empleos se trata de puestos a jornada completa. A modo de ejemplo, dos puestos de media jornada computan como un puesto *full time* equivalente.

91 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

Cuadro 14. Puestos de empleo permanentes *full time* para O&M en una planta de biomasa de 10 MW de potencia

Proveedor del recurso laboral	Personal profesional	Personal técnico calificado	No calificado
Empresa propietaria	3 (ingeniero)	9 (técnico, mecánico industrial)	20 (5 administrativos y 15 obreros)
Empresa de seguridad perimetral	0	0	3 (3 turnos de un guardia <i>full time</i>)
Total	3	9	23

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

La actividad de las plantas de biomasa es más intensiva en mano de obra que en los casos de fuentes renovables no tradicionales analizados, requiriendo la presencia regular en el lugar de operación de personal técnico y profesional, con conocimientos en termodinámica, electricidad, electrónica, mecánica y química, tanto para la operación de los equipos como para el mantenimiento y el procesado previo de la materia prima utilizada, de forma que estas labores han implicado inversión importante en capacitación por parte de las empresas. Se constata que, en general, para operar las plantas se capacitó al personal, tanto a foguistas –operarios de caldera– como a operarios de turbina y otros técnicos, por parte de las empresas proveedoras e instaladoras del equipamiento.

En los casos de cogeneración, hay mayor complementariedad de los recursos con otras áreas de las empresas (por ejemplo, se acude a ingenieros de otras áreas exclusivamente cuando la planta de cogeneración requiere de sus servicios, no contándose en forma permanente con ellos en la misma intensidad que una planta dedicada exclusivamente a la generación de energía). La figura del desarrollador del proyecto recae en la propia empresa que lleva adelante el proyecto, el que generalmente es concebido en sus inicios por profesionales propios de las empresas, a diferencia de los casos de energía eólica y solar fotovoltaica.

Para estimar los empleos permanentes totales se consideraron todas las plantas en operación al cierre del 2016 (nueve plantas, totalizando 411,5 MW de potencia), sobre base de los empleos de referencia obtenidos en las entrevistas realizadas y revisión documental. Como criterio principal se extrapolaron los puestos basados en la potencia instalada.⁹² La excepción a lo anterior se da para los casos en que se contó con los datos exactos de las plantas, como ser el caso de las plantas del sector de la celulosa, donde se consideraron los puestos constatados a la fecha del relevamiento dedicados exclusivamente a la operación de las calderas de recuperación.

La estimación de empleos permanentes creados por año y su apertura por tipo de cargo se presenta en el siguiente gráfico 14.

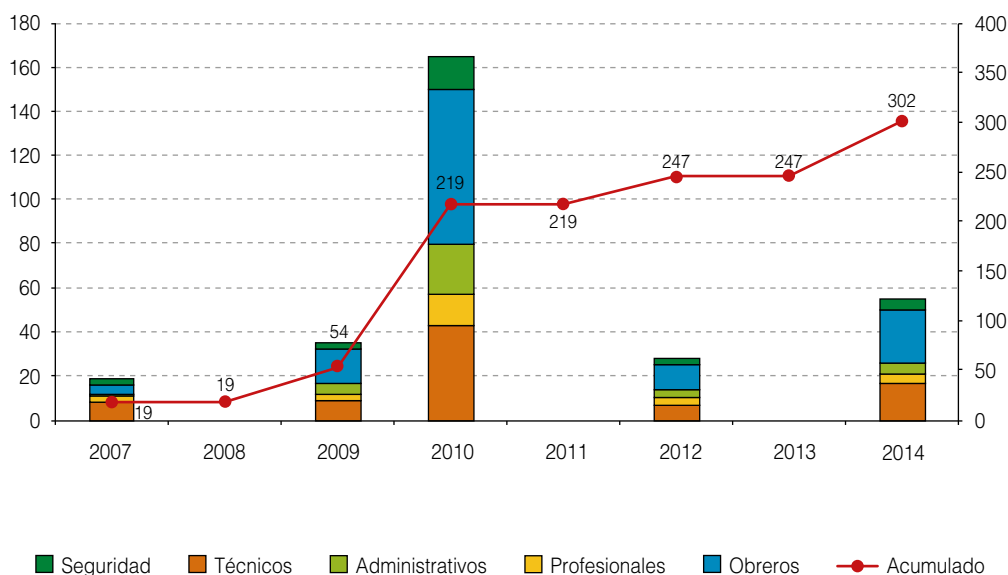
Los puestos son asignados en su globalidad al año de ingreso al mercado el servicio de la planta en operación,⁹³ procediendo metodológicamente como en el resto de los sectores.

Considerando la totalidad de puestos permanentes creados en la última década por unidad de potencia, se estima que el sector de residuos de biomasa ha creado 73,4 puestos de trabajo permanentes por

92 No se escalaron linealmente los puestos de seguridad perimetral, fijos en tres puestos de ocho horas diarias para cubrir las 24 horas del día la seguridad del predio, independientemente del tamaño de la central.

93 PROBIO, www.probio.dne.gub.uy

Gráfico 14. Puestos permanentes *full time* para O&M de centrales de generación basada en residuos de biomasa, según tipo de cargo



Fuente: Elaboración propia con base en relevamiento de datos.

cada 100 MW de potencia instalada en el periodo analizado, totalizando 302 puestos *full time* equivalentes para 411,5 MW de potencia de generación (distribuidos en nueve centrales).

De los 73 puestos cada 100 MW de potencia, siete serían profesionales (principalmente de ingeniería), 20 técnicos para operación y mantenimiento, nueve administrativos, 30 obreros y siete de seguridad perimetral.

b) Puestos de empleo no permanentes

El cuadro 15 presenta los puestos de empleos directos de carácter no permanentes creados durante la fase de construcción y montaje de las centrales de generación a partir de biomasa, abarcando el periodo 2007 a 2014 (no hay centrales ingresadas al mercado con posterioridad a dicha fecha).

A modo de referencia, se presentan los puestos a tiempo completo requeridos para la construcción de una central de 10 MW (considerado de buena representatividad para el caso uruguayo) vigentes durante el periodo de ejecución de las obras, estimándose una duración de 12 meses para las mismas.

Cuadro 15. Puestos de empleo no permanentes para la construcción de una planta de biomasa de 10 MW de potencia

	Personal profesional (dirección de obra)	Personal de obra (jornaleros)	Personal de administración	Total
Puestos <i>full time</i> equivalentes	20 (principalmente ingenieros)	160	10	190
Total	20	160	10	190

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

Al extrapolar los puestos directos no permanentes para la totalidad del sector, en términos anualizados, surge que en el periodo 2007 al 2014 se han requerido 2.983 puestos de trabajo a tiempo completo anuales, para dar soporte a la construcción de todas las centrales en operación, correspondiendo, según información relevada, aproximadamente 92% de los mismos a personal de obra, 6% a ingenieros para dirección de obra y 3% a personal de administración. El cuadro 16 presenta la información por potencia instalada.

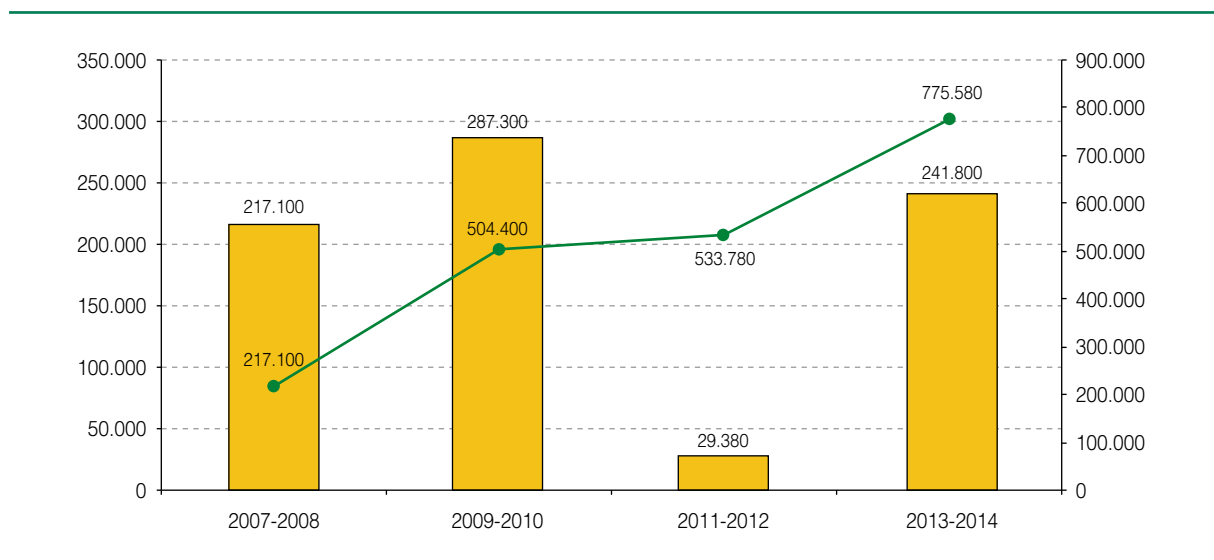
Cuadro 16. Puestos de empleo no permanentes para la construcción de una planta de residuos de biomasa (puestos anuales *full time* equivalentes)

Rango de potencia autorizada (MW)	Cantidad de centrales en servicio	Estimación de puestos anuales <i>full time</i> equivalentes			
		Personal de obra	Personal de administración	Dirección de obra (ingenieros)	Total
Menos de 10 MW	2	170	13	25	208
Entre 10 y 14 MW	5	860	50	100	1.010
Más de 14 MW	2	1.705	20	40	1.765
Total	9	2.375	83	165	2.983

Fuente: Elaboración del autor con base en datos del Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015) y relevamiento propio.

A efectos de apreciar cómo se distribuyeron en el tiempo las contrataciones de personal no permanente para la construcción de las centrales de biomasa, se presenta una estimación de la evolución de los jornales diarios (entendidos como instancias de trabajo realizado en ocho horas).

Gráfico 15. Contratación de jornales en la fase de construcción de una planta de residuos de biomasa



Fuente: Elaboración del autor.

Debe considerarse que para el cálculo se realizan diversos supuestos, entre los que destacan los jornales de trabajo asociados a cada central basados en su potencia instalada, por ello debe tomarse

con cuidado, pues en varios de los casos analizados la obra asociada forma parte de un proyecto más amplio y complejo que abarca toda la cadena de valor, donde la generación de energía es solo una parte. Adicionalmente, se asigna todo el trabajo acumulado al año de ingreso al mercado de la central, lo que suele no ocurrir de esa forma, especialmente en proyectos de gran escala como fueron las plantas de celulosa. Finalmente, no fue posible acceder al detalle de requerimientos de jornales para el montaje de las centrales en el marco de los proyectos de construcción de las plantas, por esta razón los datos presentados deben ser tomados con cautela, considerando la importancia relativa de dichas plantas en el global de potencia instalada.

Para el conjunto de centrales a partir de residuos de biomasa se estiman 1.885 jornales de trabajo de ocho horas por cada MW de potencia, totalizando 775.580 jornales en el global de plantas que entraron en operación entre 2007 y el 2014. Esto equivaldría, en promedio, a 373 trabajadores a tiempo completo durante ocho años.

4. IMPACTO EN OTROS SECTORES DE PRODUCCIÓN

Durante la operación, el principal impacto del sector se genera al permitir la valorización de residuos de distintas cadenas productivas, que de otra forma estarían conformándose en un potencial pasivo ambiental. Por ejemplo, en el caso forestal, la quema de los residuos de biomasa generados sin su procesamiento previo (esto es mediante la quema de residuos forestales con alto nivel de humedad) es contaminante, lo que no ocurre mediante la aplicación de los procesos adecuados en las centrales de biomasa.

La actividad de las centrales de biomasa se integra a la cadena agroindustrial, generando recursos económicos en las localidades donde están instaladas mediante la ocupación de personal y la contratación de servicios durante su operación, por ejemplo, servicios forestales, de transporte y favoreciendo la rentabilidad de otros actores, como los aserraderos que comercializan sus residuos.

Asimismo, una central de biomasa implica la contratación de diversos servicios a demanda para su operación y mantenimiento, representando la generación de empleo indirecto permanente desde el sector.

Recuadro 4. Servicios durante la operación y mantenimiento de una central de biomasa y tipo de empresa prestadora

Servicio requerido (a demanda)	Tipo de empresa contratada
Estudios de monitoreo ambiental durante la operación, para obtener las correspondientes renovaciones en las habilitaciones ambientales que permitan continuar operando.	Empresa de servicios ambientales.
Mantenimiento de caminería del predio y corte de pasto / limpieza.	Empresa del entorno local.
Mantenimiento de instalaciones eléctricas y metalúrgicas.	Empresa local de mantenimiento eléctrico y empresa metalúrgica.
Traslado de partes y repuestos importados y locales para sustituir en los equipos.	Empresa del sector logístico.
Asesoramiento profesional en general (legal, económico financiero, ingeniería, contable y otros) durante la operación.	Empresa de asesoramiento profesional.

Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

En el caso de las plantas de celulosa, durante su operación y mantenimiento se contratan múltiples servicios vinculados principalmente al sector forestal (viveros, plantaciones, acopio, traslado de rolos de eucaliptos) y de transporte de carga, pero también servicios de limpieza, mantenimiento de espacios verdes, alimentación para funcionarios, transporte de personas y reparación de vehículos de transporte de carga (con servicios asociados de gomería, alineación y balanceo), entre otros.

Respecto del análisis de empleo indirecto concebido a partir del impacto de la fase de construcción y montaje de las centrales, se pudo acceder exclusivamente a la estructura de las inversiones de las plantas dedicadas a la generación de energía eléctrica a partir de residuos de biomasa de origen forestal proveniente de la industria maderera y aserraderos.⁹⁴

Cuadro 17. Componentes de la inversión de una planta de biomasa de 10 MW

Componente de la inversión	Participación en la inversión global	Porcentaje de mano de obra	Porcentaje de equipos y materiales	Estimación de contenido local máximo		
				Mano de obra	Equipos y materiales	Otros
Sistema de generación de vapor	37,3	20	80	100	50	
Obra civil, urbanización y edificación	13,7	50	50	100	100	
Turboalternador y condensador de vapor	10,9	20	80	20	0	
BOP mecánico	7,8	25	75	100	0	
Sistema de tratamiento de biomasa	7,1	30	70	100	35	
Subestación MT	3,1	80	20	100	0	
Obra eléctrica	3,1	70	30	100	30	
Tratamiento de humos	2,8	20	80	100	50	
Sistema de refrigeración	2,2	30	70	100	0	
Puesto de conexión y medida	2,2	55	45	100	0	
Línea MT	1,6	50	50	100	40	
Transporte	1,1	No aplica	No aplica			100
Puesta en marcha	0,9	0	0			35
Instrumentación y control	0,9	0	100			
Transformador MT	0,6	0	100		45	
Otros	4,8			100	25	
Total	100					
Desarrollo / Ingeniería	5% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100
Seguros construcción	0,35% del total de la inversión	No aplica	No aplica			100

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

94 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

El impacto en términos de empleo indirecto durante la fase de construcción está influenciado por el contenido local dentro de los bienes y servicios requeridos para montar la central, cuyos aspectos normativos (de fomento al contenido local) ya han sido analizados previamente.

En particular, para el caso presentado en el cuadro 17, de plantas de 10 MW con base en residuos forestales, se observa que los cinco componentes principales equivalen al 77% de la inversión global. En estos componentes, exceptuando la obra civil, el peso del rubro equipos y materiales nunca es menor al 70% y solo en el caso de los sistemas de generación de vapor y de tratamiento de biomasa estos equipos se pueden proveer parcialmente con las capacidades de producción en el país.

El sistema de generación de vapor abarca la caldera, chimenea y otros equipos asociados, siendo el sector metalúrgico el que recibe el mayor impacto indirecto en este caso. En plantas de mayor tamaño esta posibilidad de abastecimiento se ve muy disminuida por razones de escala, requiriendo necesariamente la participación de empresas extranjeras (total o parcial en asociación con una empresa local, lo que llevaría a disminuir el componente local). Por su parte, los equipos del sistema de tratamiento de biomasa, que son la chipeadora, cintas transportadoras y grúas, entre otros, pueden ser provistos localmente hasta el 35% con producción local, abarcando productos como tornillos transportadores sinfín, válvulas y cintas transportadoras.⁹⁵

Contrariamente, no se estima que haya capacidad local para proveer los equipos y materiales contenidos en el turboalternador (turbina de vapor y generador), en el condensador de vapor, así como en el balance de planta (elementos que completan la instalación: ventiladores, bombas, sistemas de incendio, entre otros).⁹⁶

En consecuencia, puede concluirse que los sectores potencialmente más beneficiados con la construcción de estas plantas son el metalúrgico, el logístico, la construcción (obra civil) y servicios eléctricos.

El sector de residuos de biomasa, principalmente a partir de la incorporación de calderas elaboradas localmente en muchos casos, se alcanzó un porcentaje de componente local en el rubro de bienes de capital cercano al 25%, muy superior a los sectores eólico y solar fotovoltaico, incluso en forma previa al establecimiento del mínimo de 20% de contenido local total.

En los casos donde la generación de energía ocurre en el marco de otros negocios de mayor envergadura y complejidad, como es el caso de las plantas de celulosa (UPM y Montes del Plata), o la producción de azúcar y biocombustibles (como el caso de ALUR), el impacto en otros sectores de producción es más complejo, pues las centrales de energía fueron concebidas sobre industrias previamente inexistentes, naciendo simultáneamente con la actividad productiva.

El caso de ALUR será profundizado en el análisis del sector de biocombustibles, mientras que en el caso de las plantas de celulosa no se pudo acceder al detalle de la estructura de la inversión específicamente en las centrales de energía, pero es notorio su impacto en materia de construcción, logística y diversos servicios. Focalizando en la instalación de las centrales de biomasa (montadas a partir de tecnología traída desde el exterior), esta tuvo su impacto relevante en materia logística. En Montes del Plata, por ejemplo, resultó un esfuerzo logístico especialmente relevante la instalación del tanque de agua que alimenta la caldera de recuperación, donde se quema el licor negro para generar el vapor de agua que alimenta las turbinas de la planta de energía y, además, se inicia la recuperación de los productos químicos que se utilizan para producir la celulosa, al ser uno de los equipos más voluminosos de la planta, con 26 metros de largo por 5,5 metros de diámetro, y 124 toneladas de peso, implicando requerimientos logísticos para su traslado e instalación inéditos en el país.⁹⁷

95 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

96 *Ídem*.

97 www.montesdelplata.com.uy

5. COMPETENCIA POR RECURSOS CON OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La actividad de las centrales puede afectar otras actividades productivas en el entorno de la planta y suelen ubicarse, por razones de minimización de costos, en predios cercanos en donde se generan los residuos de biomasa.

Respecto de la competencia por los recursos humanos, los técnicos que trabajan en los parques podrían hacerlo en cualquier rama de la industria en general, notándose de parte de las empresas dificultades para conseguir recursos humanos con el *background* mínimo necesario como para luego poder formarlas en lo específico del sector.

Los recursos forestales de mejor calidad son demandados por la industria maderera y la industria de pulpa de celulosa y no se compite en términos de precio con estas industrias desde el sector aquí analizado. El insumo al que acceden las plantas de producción de energía del sector son los residuos de aserraderos, empresas forestales, arroceras y otras agroindustrias situadas en un radio relativamente cercano a la central y su precio varía en función del mercado puntual que se trate. De esta forma, en gran medida la actividad de las centrales de biomasa ligada a la cadena agroindustrial y condicionada por la forestación, esto es, su ritmo de desarrollo, depende del ritmo de crecimiento en el volumen de madera cosechada, porque la biomasa de costo competitivo para las centrales es el subproducto de otros procesos, como aserraderos. A modo de ejemplo, la caída en la disponibilidad de materia prima de origen forestal observado luego del 2008 (cuando varios aserraderos dejaron de funcionar debido a la crisis económica global) generó un aumento de su precio, esto afectó la rentabilidad de las centrales, especialmente las dedicadas exclusivamente a la generación basadas en residuos de la industria forestal.

6. DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL Y RECEPTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

En las plantas de generación de menor porte basadas en cáscara de arroz y residuos forestales (chips de madera, aserrín y costaneros de aserraderos, trozas de pino imperfectas y rolos finos provenientes de los raleos de montes de pino), el principal aspecto que ha generado problemas de receptividad en la comunidad es de índole ambiental, al constatarse en algún caso problemas por la gestión inadecuada de la ceniza creada a partir del funcionamiento de la central. Bien gestionada, esta ceniza se dispone para la aplicación en la tierra en bosques cercanos (ya que se pueden utilizar como abono) o se trata con fines de valorización, como es el caso de la elaboración de materiales de construcción en una de las empresas.

Salvo estas situaciones de excepción, en general la receptividad hacia las plantas es positiva, de la mano con las oportunidades de desarrollo económico que brinda a la población aledaña.

Focalizando en los casos donde las centrales otorgan valor a los residuos de otras actividades productivas, se debe considerar que anteriormente, por ejemplo, la cáscara de arroz proveniente de los molinos arroceros se quemaba a cielo abierto y generaba grandes cantidades de humo, o bien se acumulaba produciendo contaminación. Por su parte, una situación similar ocurría con los residuos de las industrias maderera y forestal, que se acumulaban a cielo abierto, constituyendo potenciales pasivos ambientales a futuro a la vez que generaban riesgos de incendio en plantaciones.

Por tanto, la contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero desde este sector se da por dos vías, por un lado a partir de la sustitución de energía basada en combustibles fósiles, como el resto de las fuentes renovables, a la vez que logra eliminar las emisiones de gases contaminantes generados en la fermentación y descomposición de residuos de actividades productivas.

7. TRABAJO DECENTE Y GÉNERO

No fue posible ahondar en las condiciones laborales de los trabajadores como tampoco en la escasa participación de género como ocurre con la generalidad del sector.

No obstante, se puede aseverar que los niveles salariales son buenos en relación con otras alternativas de empleo de los trabajadores en las plantas, si bien se trata de plantas con operación permanente durante todos los días del año, habitualmente en cuatro turnos diarios, lo que implica un esfuerzo importante y compromiso de parte del trabajador. Existe una alta tasa de sindicalización, en un contexto de dificultades de sustentabilidad del negocio en la amplia mayoría de los casos, como se analiza a continuación.

8. PERSPECTIVAS DE EMPLEO

En los últimos años no se han concretado nuevos proyectos de generación ni cogeneración de energía eléctrica a partir de residuos de biomasa, siendo la última entrada al mercado la segunda planta de celulosa en el 2014.

Un proyecto que se encuentra en etapa de evaluación es la instalación de una nueva planta de celulosa, que tendría un nivel de producción similar al total de las dos ya instaladas y contribuiría a posicionar a la celulosa como el principal producto de exportación del país.⁹⁸ Según se pudo relevar, esta planta podría inyectar a la red eléctrica nacional entre 80 MW y 100 MW adicionales, cifra que representa el 8% de las necesidades del país. Claramente su concreción impactará en el aumento del nivel de la oferta de energía de Uruguay, compitiendo con las posibilidades de desarrollo de otros emprendimientos de energía que potencialmente podrían cubrir ese *plus* en la oferta. Este proyecto sería el único a considerar en materia de creación de nuevos puestos de trabajo en el sector.

Esta realidad poco promisoría, exceptuando el caso de la celulosa, está marcada por elementos de la realidad del mercado eléctrico en general, así como por el contexto particular de cada sector de actividad asociado a la operativa de las centrales (forestal, maderero, arrocero, entre otros).

En cuanto a las condiciones del mercado de energía eléctrica, la realidad no es la misma que antes de la penetración de las otras renovables de generación eléctrica (incluso de la propia biomasa). A partir de la menor necesidad de fósiles para la generación eléctrica, del descenso del costo de esta fuente de energía y de años con buenos niveles de lluvias, el precio *spot* ha experimentado una caída dramática en los últimos tiempos, lo que conspira contra la rentabilidad de las empresas del sector enfocadas a este mercado.

Por su parte, en el caso de las empresas con contrato de suministro con UTE que se dedican exclusivamente al negocio de producción y venta de energía eléctrica, se suma que han sido detectados inconvenientes en la estructura de actualización de precios que rigen en los contratos (paramétrica de precios). Si bien el análisis de la paramétrica excede el alcance de este estudio, se pudo relevar que mientras que las tarifas de UTE han evolucionado a un ritmo similar que la inflación, el precio que UTE paga por la energía generada en estos contratos ha perjudicado la sustentabilidad de las centrales,⁹⁹ dificultando incluso la posibilidad de cubrir los costos de operación mínimos. En ocasiones ha llegado a ser económicamente más rentable tener la planta paralizada que operando y procesando los

98 Uruguay XXI (2017).

99 A noviembre de 2016 el precio de venta a UTE era de 86,25 dólares por cada MWh, mientras al inicio del contrato, en diciembre de 2005, era superior, de 89,81 dólares el MWh.

residuos acopiados en el predio¹⁰⁰ y se constató que una planta con base en residuos forestales de 11,4 MW de potencia ha sido construida pero no opera porque le resulta inconveniente. La estructura de esta paramétrica ha sufrido revisiones, la última en el marco del Decreto 367/010, con un efecto de recuperación económica a partir del 2011. De cualquier forma, los costos del sector hacen que las condiciones y perspectivas del mercado no sean favorables para emprendimientos de generación de electricidad no ligados a otros procesos productivos que requieran de calor para su operación regular, por lo que la posibilidad de una eventual quiebra y cese de operaciones sigue latente en estos casos, con la consecuente pérdida de puestos de empleo.

En el caso de los emprendimientos de la cogeneración, la compraventa de energía eléctrica no debiera ser su negocio principal, pero sí afecta la ecuación de rentabilidad en el global. También hay emprendimientos en esta modalidad que se consideran perjudicadas por las paramétricas de precios inicialmente acordadas con UTE por contrato. La decisión de optar por implantar una central de biomasa depende de varios factores: de las condiciones del contrato de compraventa de energía que se logre con UTE (si es que no apuesta al *spot* o a un híbrido de estas dos posibilidades), de la conveniencia de la central propia frente a otras opciones de autoabastecimiento, como ser una inversión en generación solar fotovoltaica, donde los costos de la inversión han disminuido notoriamente y a la vez no implican grandes esfuerzos posteriores en su operación y mantenimiento, de la preferencia por colocar los residuos generados en la actividad principal en alguna central de biomasa cercana ya existente, entre otros múltiples factores vinculados al negocio específico que se trate. La cogeneración es un posible instrumento más a aplicar con el objetivo de lograr la viabilidad económica de la actividad que se trate, no siendo la opción de preferencia de las empresas en los últimos años por los cambios en las condiciones del entorno, excepto para el caso de las plantas de celulosa.

De optarse por apoyar nuevos proyectos en el sector, en el marco de una evaluación integral que considere no solo el eventual mayor costo energético sino también los beneficios de combatir potenciales pasivos ambientales y de generar empleo con altos componentes de descentralización territorial y capacitación, parece ser que la promoción de estos nuevos proyectos va a requerir necesariamente de instrumentos de incentivo sectorial adicionales al régimen de promoción y protección de inversiones.

100 www.diputados.gub.uy/wp-content/uploads/2016/11/VT-0803.pdf

Capítulo VIII

EMPLEOS VERDES EN EL SECTOR DE BIOCOMBUSTIBLES



1. LA CADENA DE VALOR

Este capítulo se centra en la cadena de valor de producción de biocombustibles que abarca desde la obtención de la biomasa que será la materia prima para la producción de bioetanol y biodiésel (caña de azúcar, sorgo dulce, soja, girasol, canola y sebo, entre otros) hasta su procesamiento y finalmente obtención de estos productos.

Uruguay ha desarrollado una industria de elaboración de biocombustibles, los que una vez obtenidos son mezclados con los combustibles líquidos derivados del petróleo, consiguiendo proveer al mercado nacional automotriz de gasolinas y gasoil con una menor carga fósil en su composición. Mientras que la refinación e importación de petróleo y sus derivados son realizadas exclusivamente por la petrolera estatal ANCAP, la producción de biocombustibles se realiza principalmente en la empresa ALUR (Alcoholes del Uruguay S.A.), subsidiaria de ANCAP,¹⁰¹ pero que opera en el marco del derecho privado.¹⁰²

Por medio de la Ley de Agrocombustibles del 2007,¹⁰³ se fomenta y regula la actividad de producción, comercialización y utilización de los mismos. En materia de creación de empleo, es remarcable que el propio texto de la ley en su primer párrafo indica que “también tendrá por objetivo dicha producción de agrocombustibles el fomento de las inversiones, el desarrollo de tecnología asociada a la utilización de insumos y equipos de origen nacional, el fortalecimiento de las capacidades productivas locales, regionales y de carácter nacional, la participación de pequeñas y medianas empresas de origen agrícola o industrial, la generación de empleo, especialmente en el interior del país, el fomento de un equilibrio entre la producción y el cuidado del medio ambiente asociados a criterios de ordenamiento territorial

101 Integrante del Grupo ANCAP, inició sus actividades en 2006 y pertenece a este en 91%, mientras que el 9% restante responde a Petróleos de Venezuela (PDVSA). Fuente: www.alur.com.uy

102 Para la importación de biocombustibles rige el monopolio de la petrolera estatal, al igual que para el caso de los combustibles fósiles. La liberalización del mercado recae sobre la producción y exportaciones de biocombustibles.

103 Ley 18.195, reglamentada posteriormente en el Decreto 523/008.

y la seguridad del suministro energético interno”.¹⁰⁴ A la Ley de Agrocombustibles se suman algunos decretos destinados a potenciar la industria azucarera.¹⁰⁵

La mencionada ley obligó a ANCAP a mezclar los combustibles fósiles con biocombustibles producidos en el país con materias primas nacionales. Para el caso del etanol, se estableció una proporción de hasta el 5% del volumen total de la mezcla entre dicho producto y las gasolinas de uso automotivo hasta el 2014 inclusive, pasando dicho porcentaje a ser el mínimo admitido a partir del 2015. Para el caso del biodiésel, la proporción máxima admitida hasta el 2008 fue de 2% del volumen total de la mezcla entre dicho producto y el gasoil de uso automotivo, siendo ese nivel el porcentaje mínimo admitido entre 2009 y 2011, elevándose dicho mínimo al 5% a partir del 2012.

La Ley de Agrocombustibles equipara la estructura impositiva de los biocombustibles a sus equivalentes fósiles, al sostener que “biodiésel tendrá el régimen tributario vigente para el gasoil y el alcohol carburante tendrá el régimen tributario de las naftas (gasolinas)”, pero establece como incentivo la exoneración del Impuesto al Patrimonio, la exoneración del Impuesto Específico Interno por diez años (solo para el biodiésel) y la exoneración del Impuesto a la Renta por un período de diez años.

La mezcla con los combustibles fósiles no es el único destino previsto por la legislación para los biocombustibles, estando habilitado el autoconsumo así como la comercialización interna, bajo ciertos requisitos normativos, de calidad y de documentación de la información.

Considerando las diversas plantas propiedad de ALUR, en la actualidad la capacidad de producción alcanza los 83.000 m³ anuales en el caso del biodiésel (habilitando la posibilidad de llegar a una mezcla con 93% de diesel oil y 7% de biodiésel) y los 88.000 m³ anuales de bioetanol (permitiendo la presencia de más del 10% de este producto en la mezcla con gasolinas ofrecidas al mercado), lo que totaliza una capacidad de producción de biocombustibles de 171.000 m³ al año.¹⁰⁶ En el caso del biodiésel la producción se realiza en el marco de un acuerdo estratégico con la empresa aceitera nacional Compañía Uruguaya Oleaginosa S. A. (COUSA).

El otro caso de producción de biodiésel a nivel industrial que resulta relevante para el presente trabajo por su actividad en la última década, es el de la empresa Biogran, con una capacidad instalada para producir 250 toneladas al mes de biodiésel en dos plantas, principalmente de soja, pero también desde otras materias primas de origen vegetal o animal (ver diagrama 10).

A nivel de plantas experimentales e investigación se cuenta con los casos del recientemente inaugurado Centro de I+D en Biocombustibles de 2^a Generación, creado a partir de una alianza estratégica entre ANCAP y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU),¹⁰⁷ el caso de la Facultad de Química de la Universidad de la República (con un área de I+D en su Polo Tecnológico dedicada a las energías

104 Ley 18.195.

105 Decretos 216/005 (sobre el Fondo Azucarero, destinado a ampliar la superficie de caña cultivada) y 57/006 (que posibilita la exoneración del impuesto a la importación de azúcar crudo, para cubrir el déficit de producción local).

106 El Balance Energético Nacional del 2015 estima una capacidad instalada de 96.000 m³/año para la producción de bioetanol y de 80.000 m³/año para biodiésel. A efectos de los cálculos por unidad de capacidad instalada se consideran exclusivamente las cifras de los emprendimientos incluidos en el análisis y reportadas por las empresas.

107 Los objetivos del mencionado centro son: desarrollar capacidades que permitan identificar y captar las tecnologías disponibles para la producción de biocombustibles, generar una masa crítica de capital humano altamente capacitado en el área de la bioenergía mediante la formación de profesionales, doctores y pos-doctores, establecer vínculos y redes de cooperación con centros de excelencia nacionales y en el extranjero que faciliten la formación, transferencia de conocimiento y tecnologías al país, desarrollar tecnologías que permitan aumentar la participación de los biocombustibles a la matriz energética nacional y posicionar la temática de la bioenergía y la bioeconomía en la comunidad nacional.

Diagrama 10. Principales actores y roles en la cadena de valor del sector de biocombustibles



Fuente: Elaboración del autor.

renovables) y el caso del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), donde también se ha generado conocimiento en la materia.

Hay otras plantas de biocombustibles instaladas más allá de los casos anteriores, pero todas ellas dejaron de operar, en su mayoría desde el 2008¹⁰⁸ y no forman parte del presente relevamiento por dificultades para acceder a la información de empleo generado en su momento. Algunas de estas plantas fueron desarrolladas previamente a la conformación del marco legal descrito, no llegando a conseguir la habilitación inicial de operación. La limitación a la actividad de estas plantas es resultado principalmente del contexto económico, pero también de dificultades para lograr los estándares exigidos a partir de la nueva normativa (equipamiento requerido y servicios asociados al control de calidad) y de falta de escala de producción en las plantas.

A grandes rasgos podría dividirse la producción de biocombustibles en dos cadenas (que derivarían posteriormente en dos grandes unidades de negocio), por un lado la producción a partir de oleaginosos y cereales y, por otro, la producción a partir de caña de azúcar y sorgo dulce.

Al igual que en el caso de residuos de biomasa, los recursos utilizados no son de libre disponibilidad en la naturaleza, sino que tienen un costo de acceso que puede desglosarse en costos de adquisición, de transporte, de almacenamiento y de puesta a punto para su procesamiento. En el caso de ALUR, las plantas de biocombustibles se alimentan de materias primas conseguidas por medio de acuerdos

108 Ministerio de Industria, Energía y Minería (2015).

comerciales con productores agrícolas (estimándose más de 200.000 hectáreas cultivadas) o bien compradas directamente en el mercado. Fue muy importante el rol de ALUR, desde un punto de vista social, en el fomento a pequeños productores en la zona de Bella Unión, en algunos casos sobre la base de acuerdos con el Instituto Nacional de Colonización, aspecto profundizado al describir la situación de trabajo decente en el empleo en este sector.

Al analizar la estructura de costos de la fase agrícola para el caso de la producción de caña de azúcar, surge que el rubro más relevante es el servicio de cosecha, el que tiene un importante componente de trabajo de zafra, representando el 42% de los costos totales.

Cuadro 18. Estructura de costos promedio de la caña de azúcar, 2012

Actividad	Costo promedio (como porcentaje sobre costo total)
Cosecha	42
Riego	18
Mantenimiento	17
Costos fijos	14
Implantación	8
Precosecha	1
Total	100

Fuente: Carámbula (2014).

El peso en la cadena de valor de las cooperativas de riego y transportistas se ha fortalecido en el tiempo, en consonancia con un crecimiento del nivel de mecanización en la fase agrícola de la cadena.

Los escenarios más aceptados al momento de promoción del sector de biocombustibles no se verificaron en la realidad, que fluctuó en sentido contrario. Fundamentalmente la drástica baja del precio del petróleo, pero también la evolución de los precios internacionales de las materias primas, como la soja o la canola, comprometieron la sustentabilidad de los emprendimientos. A pesar de esta evolución desfavorable, el país prosiguió varios años con el fortalecimiento de las cadenas agroindustriales de ALUR, aspecto que ha sido foco de controversias a nivel político en el país.

Son muy variados los productos obtenidos a partir de la actividad de las diversas plantas del sector, conformando una cadena agroindustrial donde se debe tener cautela al analizar los efectos en el empleo en cada uno de sus eslabones (entre ellos los biocombustibles, foco del presente estudio), debido a la interdependencia entre los mismos e integralidad del negocio.

A modo de ejemplo, los productos para alimentación animal son en realidad un subproducto que no existiría sin los biocombustibles, mientras que, del mismo modo, por cada litro de bioetanol producido en la planta ubicada en el departamento de Artigas, se generan entre siete y diez litros de vinaza, subproducto que se reutiliza como biofertilizante en el marco del cultivo de la caña de azúcar. Asimismo, en dicha planta la caña de azúcar tiene como destino la producción de azúcar (blanco, rubio y endulzante). De cualquier forma, se procura en el presente análisis focalizar exclusivamente en el impacto de los biocombustibles, basados en algunos supuestos detallados más adelante.

La producción de biocombustibles se concentra en ALUR, pero con una diferencia marcada entre el caso de Bella Unión y el de Paysandú. En el primer caso la industria es la que financia la fase agrícola y la única capaz de procesar en el país la materia prima generada, lo que le permite ejercer controles

sobre cómo se organiza la producción, en el marco de una integración vertical hacia atrás de carácter indirecto (pues la propiedad de la tierra en su mayoría no pertenece a ALUR). En el caso de Paysandú, las materias primas son compradas a mayoristas y los precios se rigen por el mercado (con una menor incidencia hacia atrás en la cadena de valor por parte de la industria y economía local).

En términos económicos la importancia de los biocombustibles en el global de las cadenas agroindustriales involucradas es muy relevante. Actualmente, del conjunto de productos ofrecidos por ALUR, la mayor facturación proviene de los biocombustibles, con el 70% en el global de ingresos, estando el alimento para animales en segundo lugar (18%), mientras que el azúcar y otros productos relacionados representa el 9% y el restante 3% proviene de la venta de energía eléctrica, glicerina y otros subproductos.¹⁰⁹

El recuadro 5 resume las características principales de la actividad en cada uno de los complejos industriales considerados.

Recuadro 5. Características de las plantas de biocombustibles

Complejo	Productos	Características de la inversión ^{a/}	Capacidad nominal de producción (m ³)
Planta Bioetanol de Paysandú ALUR	Bioetanol Alimento animal	Es una planta con una capacidad de producción de 70 millones de litros de bioetanol al año, que demandan 200 mil toneladas de grano, equivalentes a 50 mil hectáreas de cultivos aproximadamente. La producción agrícola se concentra en el litoral del país e incluye servicios de transporte, recibo y almacenamiento de grano. La capacidad para producir alimento animal es de 70 mil toneladas por año. Se aplica una tecnología eficiente energéticamente, que brinda la posibilidad de utilizar cultivos de verano y de invierno, siendo además bajo su impacto ambiental.	70.000
Complejo Agroenergético Alimentario de Bella Unión, Artigas ALUR	Bioetanol Azúcar Energía Eléctrica Alimento animal	Se comienza a gestionar en el 2006 un ingenio azucarero previamente existente, con base en un proyecto energético y alimentario que implicó un plan de inversiones industriales (optimización de la producción azucarera, nueva caldera, generación de energía eléctrica y montaje de una destilería para la producción de etanol con capacidad anual para producir 18 millones de litros de etanol), así como el diseño de la logística aplicada a la cosecha y la ampliación y modernización de los sistemas de riego.	18.000
Planta de Biodiésel de Paso de la Arena, Montevideo ALUR	Biodiésel Alimento Animal Glicerina	Planta con una capacidad de producción de 20 millones de litros de biodiésel al año, el que opera sustentada en un acuerdo entre las empresas ALUR y COUSA, empresa que aporta infraestructura y el servicio de molienda de granos y producción de aceites. Cuenta con tecnología que permite minimizar la generación de efluentes y está certificada en la norma europea <i>Sustainability and Carbon Certification</i> (ISCC).	20.000
Planta de Biodiésel de Capurro, Montevideo ALUR	Biodiésel Glicerina y oleína	Planta con una capacidad de producción de 63 millones de litros de biodiésel al año, a base de aceite vegetal, aceite usado (fritura) y sebo vacuno. Cuenta con tecnología que permite minimizar la generación de efluentes y está certificada en la norma europea <i>Sustainability and Carbon Certification</i> (ISCC).	63.000
Plantas de Biodiésel (Colonia y Young) Biogran	Alimento animal Aceites Biodiésel	Las dos plantas disponibles permiten producir torta extrusada de soja (TES) y biodiésel, con una capacidad máxima de producción de 60 ton/día de TES y 250 ton/mes de biodiésel, a partir de distintas materias primas: granos oleaginosos (girasol, colza) u otras materias grasas. Según se pudo relevar, actualmente no produce biodiesel directamente, sino aceites que luego se transforman en biodiésel en plantas de ALUR.	250

Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

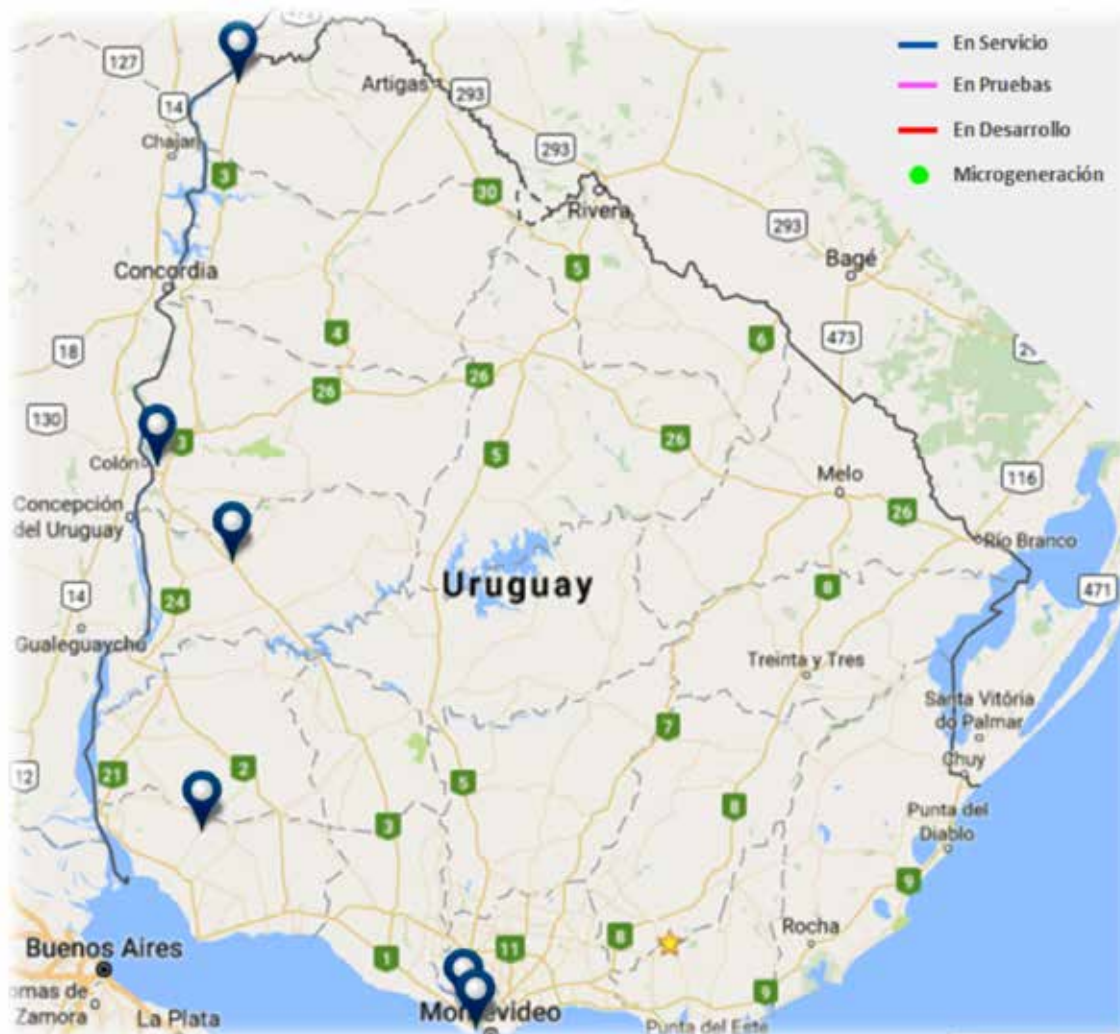
a/ www.alur.com.uy

¹⁰⁹ Datos proporcionados por ALUR.

2. DESCENTRALIZACIÓN TERRITORIAL

Mientras que las plantas de producción de bioetanol de ALUR se ubican al norte del país, en los departamentos de Artigas y Paysandú, sus plantas de producción de biodiésel se encuentran en Montevideo. Por su parte las plantas de biodiésel de Biogran se ubican en los departamentos de Colonia y Río Negro, sobre el litoral oeste de Uruguay. Estas últimas no estarían produciendo actualmente biodiésel como producto terminado, sino aceites que son vendidos a ALUR, donde se terminan de reaccionar.

Mapa 5. Distribución geográfica de puntos de producción de biocombustibles



Fuente: UTE.

Las centrales son operadas en forma presencial en el lugar del emprendimiento, no habiendo operación remota. A su vez, estas se ubican cerca del lugar de obtención de la materia prima, lo que representa, fundamentalmente en el caso del etanol, gran generación de empleo con alto componente de descentralización territorial.

Es importante destacar que la creación de empleo de ALUR se concentra en el departamento de Artigas, ubicado en el norte de Uruguay, en virtud de que se trata de uno de los departamentos con

menor nivel de ingresos per cápita y mayor porcentaje de hogares por debajo de la línea de pobreza del país.¹¹⁰ De la plantilla total de ALUR, el 71% de los puestos están en la planta de Bella Unión en el departamento de Artigas.

3. EMPLEO DIRECTO EN EL SUBSECTOR DE BIOCOMBUSTIBLES

a) Puestos de empleo permanentes¹¹¹

Los empleos permanentes en el caso de este sector abarcan los necesarios para dar cobertura al servicio de operación y mantenimiento durante la vida útil de las plantas y aquellos requeridos para la actividad de las otras unidades de negocio involucradas y áreas de soporte, que se sintetizan en el diagrama 11. También abarca algunos empleados de la estatal ANCAP, en dos categorías, por un lado aquellos que fueron en su inicio responsables técnicos de la coordinación con ANCAP de los proyectos asociados a las plantas industriales de ALUR, en la actualidad mayoritariamente abocados a las tareas de investigación en el marco del acuerdo entre ANCAP y el LATU (profesionales en su mayoría) y, por otro lado, los responsables de la logística de transporte de los biocombustibles, una vez producidos.

Diagrama 11. Áreas involucradas en la creación de empleos permanentes en el sector de biocombustibles



Fuente: Elaboración del autor.

Con el objetivo de focalizar en el impacto sobre el empleo en el marco del desarrollo de este sector, el análisis debe considerar que los biocombustibles no son el único producto obtenido en las cadenas agroindustriales vinculadas al biodiésel y el bioetanol, asumiéndose algunos supuestos que permitan discriminar los empleos asignables a biocombustibles de los vinculados a otros productos, como ser azúcar refinada o alimento animal, entre otros.

Metodológicamente, en los casos donde se dificultó discriminar empleos asociados estrictamente a biocombustibles, se optó por partir de la consideración de todos los empleos de la organización y estimar la cantidad de empleos dedicados a la obtención de otros productos (diferentes a los biocombustibles), los que fueron sustraídos del global.

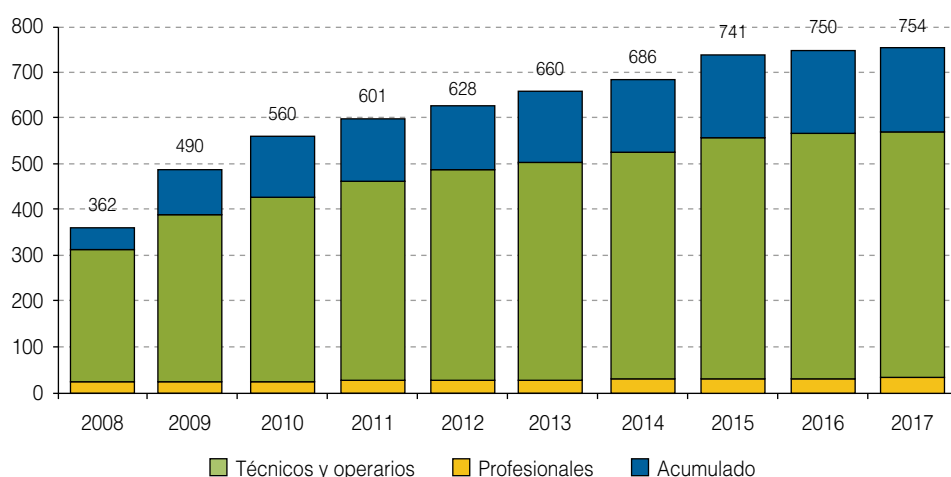
110 INE (2017).

111 Los puestos de empleo permanentes son aquellos cargos necesarios para llevar adelante la operativa regular del sector durante el año. El empleo permanente, por tanto, no considera los casos de empleo por única vez, como el requerido para la fase de construcción y montaje de las instalaciones, ni empleos en el marco de situaciones de sazonalidad o estacionalidad. Los puestos permanentes son considerados en términos *full time* equivalente, es decir, que al cuantificarlos se llevan a una misma medida de puestos anuales a tiempo completo. A modo de ejemplo, dos puestos de media jornada computan como un puesto *full time* equivalente.

La actividad en cada eslabón de la cadena de valor en los complejos agroindustriales se realiza con recursos propios de las empresas propietarias de las mismas, incluyendo el almacenamiento y preparación previa de la materia prima para su utilización.

La estimación de empleos permanentes creados por año y su apertura por nivel de calificación se presenta en el gráfico 16.

Gráfico 16. Puestos permanentes a tiempo completo en el sector de biocombustibles, según nivel de calificación



Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

Se puede recalcar que no se incluyen otros puestos existentes en plantas que dejaron de operar, en su mayoría en el 2008, por falta de información, así como tampoco se incluyen los empleos asociados a otros productos de la cadena agroindustrial (azúcar, alimentación animal, energía eléctrica).

Como hitos importantes se destacan en el 2009 la entrada en operación de la destilería de Bella Unión (en el departamento de Artigas, con una vida útil esperada de 25 años), en el 2013 la puesta en operación de la planta en Montevideo (oleaginosos) y la entrada en operación de la planta de Paysandú en el 2015 (cereales).¹¹²

Asimismo, en enero de 2009 comienza a operar la empresa Agroalur S.A. (de la que ALUR es propietaria del 100% de sus acciones), llevando a cabo diversas actividades agrícolas, como venta de servicios de cosecha a los productores de caña de azúcar.¹¹³ El empleo directo generado por Agroalur S.A. forma parte de las cifras estimadas, abarcando principalmente transportistas, tractoristas, maquinistas y graperos.¹¹⁴

Los profesionales abarcan principalmente ingenieros (fundamentalmente de las ramas mecánica, química y agrónomos, pero también de administración y finanzas). Los técnicos y operarios refieren esencialmente a personal de operación y mantenimiento en las plantas industriales, así como a administrativos y personal de apoyo para tareas que requieren calificación media. Finalmente, el grueso de los no calificados refiere a tareas que requieren esencialmente destreza física.

112 Alcoholes del Uruguay, ALUR.

113 Alcoholes del Uruguay, ALUR (2012).

114 Carámbula (2012).

En términos de empleo por capacidad de producción, para el caso del empleo directo permanente se estima que el sector de biocombustibles ha creado 44 puestos de trabajo permanentes por cada 10.000 m³ de capacidad instalada para producción de biocombustibles, totalizando 754 puestos *full time* equivalentes para los 171.250 m³ de capacidad. De los 44 puestos, dos serían profesionales de las áreas ya mencionadas, 31 operarios o técnicos de operación y mantenimiento y de administración y 11 no calificados.

Considerando que la mayor cantidad de los empleos directos creados en el sector es de carácter temporal, asociados esencialmente a las zafras en la cosecha de la producción de las materias primas procesadas, los puestos directos totales por unidad de capacidad de producción se presentan en el siguiente apartado (agregando puestos directos permanentes y temporales).

b) Puestos de empleo no permanentes

En el caso del sector biocombustibles no fue posible estimar con la misma certidumbre que en otros sectores los empleos no permanentes creados durante la fase de construcción y montaje de las plantas de biocombustibles. Estos empleos son directos y temporales (por única vez), creados en el marco de las obras de infraestructura y la puesta en operación de las plantas.

Considerando las dos plantas de etanol en el país, para el caso de Paysandú se estima que en el *peak* de la obra de infraestructura se ocupaban a 400 personas, con una duración global de la obra de 18 meses. Por su parte, fueron 200 los puestos de trabajo en el *peak* de la construcción y montaje de la planta de Bella Unión, considerando una duración media de 18 meses (ejecutados con intermitencia, al implicar el desarrollo de varios proyectos independientes).

Sin embargo, del conjunto de sectores de energías renovables, el de biocombustibles tiene la particularidad de ser el único que genera puestos directos de carácter zafral que se mantienen regularmente año a año, principalmente para posibilitar el abastecimiento de la materia prima necesaria para alimentar el proceso industrial del que surgen los biocombustibles.

Se estiman en 4.000 los empleos directos creados por toda la cadena agroindustrial en la que se encuentra el sector de biocombustibles,¹¹⁵ estos, casi la cuarta parte son empleos permanentes requeridos para la actividad regular a lo largo de todo el año (analizados en el capítulo anterior). El resto abarca esencialmente empleos de carácter temporal.

Entre los empleos temporales se cuenta con 1.500 puestos correspondientes a cortadores de caña y algo más de 1.500 puestos adicionales distribuidos en productores rurales y empresas prestadoras de diversos servicios como ser transportistas de caña, transportistas de azúcar y los otros productos, servicio de molienda de granos,¹¹⁶ cooperativas de servicio de riego, servicio de recolección de aceites de fritura, entre otros,¹¹⁷ cuyos empleos dependen directamente de la actividad en la cadena agroindustrial.¹¹⁸

115 Herrera, de la Rúa y Lechón (2015).

116 La empresa COUSA realiza el servicio de molienda de granos (de canola y soja) y le entrega a ALUR el aceite producido para obtención de biocombustibles a ALUR (servicio de fásón de aceite).

117 No se cuenta con el desglose exacto de estos empleos ni la temporalidad en cada caso.

118 Mientras que un trabajador zafral de cortado de caña de azúcar es aquí considerado como un puesto temporal directo de la cadena agroenergética, un trabajador zafral vinculado al sector de la soja se considera dentro de la creación de empleo indirecto, pues a diferencia de la soja, la caña de azúcar depende necesariamente de la mencionada cadena, mientras que la soja es comercializada en el mercado como un *commoditie*.

No se incluyen los servicios asociados a las materias primas cuya colocación no depende necesariamente de la demanda de la cadena agroindustrial (de esta forma, por ejemplo, el empleo generado por el servicio de transporte de sorgo grano u otros cereales a la planta de Paysandú es considerado empleo indirecto).

Fueron anualizadas las cifras de empleo temporal relevadas, estimándose en 1.166 los puestos anuales *full time* equivalentes a considerar, representando 68 puestos por cada 10.000 m³ de capacidad de producción de biocombustibles.

El cuadro 19 presenta un resumen de los puestos directos para el sector biocombustibles, considerando los puestos permanentes y temporales requeridos para la operación regular del sector, en términos de puestos anuales a tiempo completo (individualmente considerados y por capacidad de producción).

Cuadro 19. Creación de puestos anuales *full time* equivalentes (FTE) en el sector biocombustibles

Tipo de puesto (según temporalidad)	Puestos anuales (FTE)	Puestos por capacidad de producción (FTE/10.000 m ³)
Puestos permanentes a tiempo completo	723	42,2
Puestos temporales (<i>full time</i> equivalentes)	1.166	68,1
Total sector	1.889	110,3

Fuente: Elaboración del autor.

Se debe considerar que para la elaboración del cuadro anterior se realizan diversos supuestos, entre los que destaca que al momento de discriminar los puestos temporales correspondientes a biocombustibles de aquellos asignables al azúcar, alimento animal y otros productos de la cadena, se toma la misma estructura de ponderaciones que la utilizada para el caso de los puestos permanentes, esto en algunos casos puede no corresponder con la realidad.

Se dispone de una estimación realizada específicamente para el caso de Bella Unión, que sostiene que para toda la vida útil de la planta se generarán 36.427 empleos equivalentes a tiempo completo, en consonancia con el relevamiento aquí realizado.¹¹⁹

4. IMPACTO EN OTROS SECTORES DE PRODUCCIÓN

El sector de biocombustibles concentra su demanda de servicios en la cadena agroindustrial, derramando recursos económicos en las localidades donde están instaladas mediante la ocupación de personal y la contratación de servicios regularmente en su operación, como ser principalmente servicios de transporte (de materia prima) y servicios agrícolas, aunque también impacta en otros sectores como el de servicios financieros, al requerirse por ejemplo el análisis de ciclo financiero y condiciones financieras de los contratos con proveedores.

Para la operación y mantenimiento de las plantas se contratan diversos servicios, en forma similar al resto de los sectores, los que constituyen la generación de empleo indirecto desde el sector, siendo necesario recalcar que específicamente para el caso de Bella Unión, no así para el caso de Paysandú, algunos servicios que habitualmente son indirectos como, por ejemplo, servicios de riego en plantaciones, de

¹¹⁹ Herrera, de la Rúa y Lechón (2015).

transporte de materia prima, o trabajos estacionales puntuales, constituyen empleo directo por representar la única fuente de demanda (en términos estrictos, estos empleos desaparecerían de no existir la cadena agroenergética de ALUR en Bella Unión).

Recuadro 6. Servicios requeridos durante la actividad del sector de biocombustibles

Servicio requerido (a demanda)	Tipo de empresa contratada
Estudios de monitoreo ambiental durante la operación, para obtener las correspondientes renovaciones en las habilitaciones ambientales que permitan continuar operando.	Empresa de servicios ambientales.
Servicios financieros (finanzas, comercio exterior para análisis de precios internacionales de materias primas, entre otros).	Empresas de servicios financieros.
Mantenimiento de instalaciones eléctricas de soporte.	Empresa local de mantenimiento eléctrico.
Traslado de partes y repuestos importados y locales para sustituir en los equipos.	Empresa del sector logístico.
Transporte de materia prima excepto caña de azúcar (plantas a base de granos y otros)	Empresa del sector logístico.
Asesoramiento profesional en general (agronomía, legal, económico financiero, ingeniería, contable y otros) durante la operación.	Empresa de asesoramiento profesional.

Fuente: Elaboración del autor con base en relevamiento de datos.

Exceptuando la planta de Bella Unión, en el resto de los casos el trabajo zafral de cosecha de las materias primas utilizadas para producir biocombustibles y su transporte, fue considerado como empleo indirecto, generado a partir de la demanda desde la cadena agroenergética. No por ser indirecto es menor su relevancia, pues por ejemplo el transporte de granos a Paysandú implica flotas que probablemente son de manera exclusiva dedicadas a ese fin e implican trabajo a diario.

No se cuenta con información de impacto en el empleo indirecto generado a partir de la construcción y puesta en mantenimiento de las plantas de biocombustibles, se como pudo realizar en otros sectores, si bien se pudo relevar que dentro de los sectores más beneficiados se encuentran el metalúrgico (construcción de tanques) y servicios de ingeniería y ambientales.

5. COMPETENCIA POR RECURSOS CON OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Es importante diferenciar el caso de las materias primas compradas a mayoristas a precio de mercado o vía contrato (situación predominante para las materias primas de la planta de Paysandú), del caso de las materias primas cuyos productores son dependientes o “cautivos” de la cadena agroenergética aquí considerada, como es el caso predominante de los productores de caña de azúcar en torno a la planta de Bella Unión en el departamento de Artigas.

En el primer caso, la variación en el precio de los *commodities* afecta directamente el costo de adquisición de las materias primas del complejo agroenergético y posteriormente el precio de venta de los biocombustibles. El sector compite por las materias primas con el resto de los potenciales compradores de la materia prima, nacionales y extranjeros.

En el segundo caso, se destaca que en el recurso de superficie de tierra para cultivo de caña de azúcar la principal competencia es el sector arrocero, hacia este han migrado varios productores (total o parcialmente, con parte de la superficie dedicada al arroz y parte a la caña de azúcar). Los productores de caña de azúcar se ubican en un semicírculo (con radio aproximado de 30 kilómetros) creado alrededor de la planta agroindustrial de Bella Unión (ubicada sobre el río Uruguay). La misma materia prima se utiliza tanto para la producción de etanol como para la producción de azúcar refinada (cuanto más jugo de caña se destine a una, menos a la otra).

Por el lado de la mano de obra, es relevante la competencia del sector cítrico (también ubicada fundamentalmente en el norte del país) y en menor medida de la esquila y otras plantaciones e invernáculos del norte del país, por el personal contratado temporalmente, ya que su periodo de zafra se solapa con el de la caña de azúcar, a la vez que no implica condiciones de trabajo tan insalubres como esta última. Esto genera que en función del contexto y capacidad de pago coyunturales de cada uno de estos sectores, gran cantidad de los trabajadores zafrales uruguayos opten año a año por dedicarse a uno u otro sector.

6. DESPLAZAMIENTO POBLACIONAL Y RECEPTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

La dependencia económica local de la cadena agroenergética de los biocombustibles es mucho mayor en el caso de la planta de Bella Unión que en el caso del resto de las plantas, siendo que engloba la mayor cantidad de empleos directos con menos alternativas laborales, por las razones ya descritas anteriormente.

Se trata de un emprendimiento con un componente social muy grande y su eventual cierre generaría un enorme impacto económico y social en la población local, implicando, muy probablemente, el abandono de la zona por parte de la población allí radicada. Vale destacar que esto no implica que no existan críticas desde los trabajadores y pobladores hacia el proyecto ALUR, las hay (referidas a diversos aspectos de los esquemas productivos y de gestión implantados), pero sin olvidar que en su momento fue la alternativa al desempleo con el cierre de actividades, así como la vía de salida de una situación de pobreza en muchas familias.

7. TRABAJO DECENTE Y GÉNERO

En materia de género, se estima que en el caso de los biocombustibles la participación de las mujeres ronda el 21%, cifra calculada exclusivamente sobre el personal de ALUR a abril de 2017. La profundización del análisis de otros aspectos de género en el sector representa una oportunidad de mejora para futuros relevamientos.

Por su parte, el análisis de trabajo decente en el empleo en el sector de los biocombustibles toma especial relevancia en el caso de la cadena agroindustrial de la ciudad de Bella Unión. Para hacerlo es conveniente, en forma previa, efectuar la realización de un breve repaso histórico que sitúe adecuadamente respecto de la evolución del sector (se puede ahondar en la evolución histórica, aspecto que no es foco del presente relevamiento, en la lectura de la bibliografía).

En la década previa al último periodo dictatorial en Uruguay (ocurrido en el periodo 1973-1985), la producción de caña de azúcar en el norte del país estuvo marcada por la profundización en el control autoritario de la fuerza de trabajo, el que era llevado adelante bajo condiciones de máxima precariedad, tanto en lo salarial (muchas veces en forma de vales exclusivamente canjeables en las cantinas de los ingenios) como respecto de las condiciones laborales (de salud, de seguridad, sin descanso semanal, con trabajo infantil, entre otros). Esta situación derivó en que los trabajadores del sector se agruparan para lograr un accionar colectivo en la Unión de Trabajadores Azucareros de Artigas (UTAA), fundada

en el 1961 y proscrita en el periodo dictatorial.¹²⁰ Se volvió a organizar luego de la apertura democrática, a mediados de los años ochenta, manteniéndose hoy como el sindicato de los cortadores de caña de la ciudad de Bella Unión.

Luego de la dictadura se abrió un nuevo período de lucha y movilización donde los trabajadores del sector azucarero intentaron recuperar conquistas sociales, económicas y políticas, perdidas en el periodo dictatorial.

El sector azucarero finaliza el siglo pasado bajo una gran crisis económica, reflejada a su vez en los altos índices de pobreza de la zona (muy dependiente de dicho sector), demandando al gobierno, incluso en unión de trabajadores y el empresariado, medidas para la reactivación del sector.

Este resurgimiento se inicia en el 2005, con el primer mandato de un gobierno de izquierda en el país, el que asume el compromiso de reactivar y ampliar la zona de producción de caña de azúcar, con el potenciamiento del complejo sucroalcoholero, bajo la gestión de la empresa ALUR.¹²¹

Este nuevo proyecto planteó a los trabajadores una oportunidad para lograr el deseado desarrollo del sector, y hacerlo en un marco alineado a sus reivindicaciones históricas, de cambios profundos en la estructura agraria que entregue tierras a los asalariados rurales y sus familias, de eliminación de la exclusión social, de mejores condiciones laborales, de mayor injerencia en las decisiones estratégicas del sector y de mayor diversificación de la producción (esto es, rompiendo el esquema histórico de monocultivo de la caña de azúcar), entre otras.

Con el nacimiento del complejo agroenergético, que tiene como epicentro y actor fundamental a la empresa ALUR a lo largo de toda la cadena, ocurren cambios profundos en el entramado de actores en cada fase productiva y sus roles¹²² y con ello, en los aspectos vinculados a las condiciones en el empleo.

En la fase preagrícola, que comprende la provisión de insumos y equipos para la producción de las materias primas, desde el inicio ALUR procuró producir, almacenar y distribuir los insumos necesarios a los productores (por ejemplo, la vinaza y cachaza, subproductos utilizados como fertilizantes).

En la fase agrícola de la plantación, mantenimiento y cosecha de los cultivos, ALUR financia (con adelantos de pagos a los productores responsables de los cultivos) las inversiones, servicios y mano de obra requeridos para plantar y mantener la plantación. Luego, dichos adelantos son descontados al ser recibida la producción de materia prima en ALUR. Asimismo, para garantizar la aplicación de las técnicas que considera más adecuada, ALUR provee a los productores de un servicio de asistencia técnica que asesora, monitorea y controla a los productores en las tareas de cultivo, principalmente a los de menor escala. Estos son los que presentan precisamente mayor dependencia de los adelantos financieros de ALUR, los que constituyen en los hechos el ingreso regular que posibilita la subsistencia del hogar del productor, en forma asimilable a un salario. De esta forma, hay quienes sostienen que bajo la imagen de trabajador independiente y de autogestión –con control parcial de algunos medios de producción–, la realidad es que el control se da únicamente sobre la fuerza de trabajo, manteniéndose una dependencia técnica y económica de los adelantos financieros, sin los cuales deberían abandonar el predio.¹²³ Por su parte, los productores de mayor escala, con transporte y

120 Moraes y otros (2014).

121 Carámbula (2014).

122 *Ídem*.

123 Moraes y otros (2014).

maquinaria propios, no dependen del financiamiento de ALUR y muestran en los hechos una gestión más autónoma.¹²⁴

A la categorización de productores agrícolas según su capacidad financiera, se suma otra clasificación según la modalidad de agrupación, teniendo productores individuales privados, ALUR como productor en campos propios de la empresa (en los que ocurren además los proyectos experimentales) y productores de las colonias pertenecientes al Instituto Nacional de Colonización (INC). Según el tipo de productor considerado, la superficie cultivada y la capacidad financiera son heterogéneas.

Para la labor de cosecha, el modelo predominante es la contratación de trabajadores zafrales por parte de los productores. Si bien en la fase agrícola con el tiempo ha crecido la mecanización de la cosecha, esta no supera el 10% del total del área sembrada, por lo que la demanda por trabajo manual es muy grande.

De lo anterior surge que la reactivación del sector ciertamente se inicia hace una década, pero no sin atravesar conflictos entre los actores y diversos obstáculos, en un entramado de relaciones sociales complejo y con gran presencia de elementos históricos, en el que ALUR juega un rol clave como articulador, financiando insumos y servicios en la fase inicial y durante el mantenimiento de los cultivos, siendo asimismo el único comprador potencial para procesar la materia prima producida.

El nuevo esquema de producción supone una ruptura de la organización económica predominante en la cadena de valor porque los trabajadores acceden a medios de producción como colonos, pero su enorme dependencia de terceros (en lo económico y técnico) y la necesidad del trabajo asalariado en la fase agrícola, afianza el modo de producción existente, sin avanzar en una de las principales demandas de los trabajadores: “las actuales modalidades de acceso a la tierra siguen todavía muy restringidas al cultivo de la caña de azúcar, lo que prolonga el problema de la zafralidad y dificulta la diversificación de la producción de alimentos. Continúa pendiente, por tanto, el proyecto histórico de la UTAA que apunta a la democratización del acceso a la tierra, a la agricultura familiar diversificada, al trabajo colectivo y a la definitiva superación de la zafralidad”,¹²⁵ situación que ha llevado diversas medidas de lucha como ser la ocupación de tierras estatales en el 2015, que han derivado en el otorgamiento de 72 hectáreas del INC para 20 familias, donde funciona un proyecto colectivo (con base en una cooperativa social) orientado al cultivo de hortalizas desde febrero de 2017.¹²⁶

Son varias las reivindicaciones que están planteadas para lograr la humanización de la actividad de la caña, una de las más sacrificadas en la actividad agrícola del país. La lucha por pasar a un esquema de trabajo regular con formación y desarrollo permanente es histórica, que elimine la zafralidad, la marginalidad y el incumplimiento de los derechos laborales.

La zafralidad está ligada a que la estrategia productiva principal sigue siendo basada en el monocultivo de caña de azúcar, alejado del modelo de diversificación demandado inicialmente por los trabajadores. Si bien Uruguay fue pionero en su implementación como materia prima energética, no funcionó la producción de sorgo dulce (iniciada con el objetivo de alargar el periodo de zafra), cuya producción ha sido discontinuada desde el 2014. Tampoco resultó sustentable la experiencia de producción basada en boniato.

Respecto de la marginalidad, se verifica una notoria mejora en las condiciones de vida de los productores colonos y sus familias (sacándolos de la pobreza). Sin embargo, por un lado, esto ocurre sin afectar en lo medular el régimen de trabajo asalariado y generando conflictos con los defensores del esquema de autogestión obrera (parte de las demandas históricas originales). Por otro lado, el proceso

124 Carámbula (2014).

125 www.utaasindicato.wordpress.com

126 *Ídem*.

limita otras dimensiones de la vida de los colonos como ser la habitabilidad y la radicación, porque los colonos quedaron anexados esencialmente como fuerza de trabajo para la producción de caña de azúcar sin una buena infraestructura como para trabajar extensas jornadas y porque las familias de los colonos no están activamente involucradas a la vida de la colonia, sino que van de paseo o por trabajo asalariado, afianzando en la familia el rol de la mujer como responsable de las tareas domésticas y del hombre proveedor, haciendo competir el tiempo dedicado a la colonia con el tiempo dedicado a la familia, puntos que son fuente de conflicto en las colonias.¹²⁷

En el marco del cumplimiento de los derechos laborales, pudo relevarse que para realizar el trabajo más sacrificado en la cosecha de caña de azúcar (cortado de la caña) ha sido y es muy importante la presencia de trabajadores de origen brasilero, que cruzan la frontera para realizar el trabajo más duro durante tres meses aproximadamente y son los más expuestos a carencias en la formalización del empleo y cumplimiento de estándares de trabajo decente en el empleo (donde si bien son defendidos por UTAA, el nivel de denuncia de estas situaciones por parte de estos trabajadores extranjeros es menor). Actualmente la mayor parte de los cortadores son brasileros, si bien esta realidad es fluctuante, dependiendo entre otros factores de la competencia por el recurso laboral desde otros sectores, aspecto ya descrito anteriormente.

El cortador de caña de azúcar trabaja en forma zafral para los productores de caña, en condiciones laborales riesgosas (exposición al sol, al hollín de la caña quemada y a eventuales picaduras de reptiles e insectos) y que generan grandes repercusiones a futuro sobre su salud física (principalmente en la columna vertebral por la postura requerida para desempeñar la labor).

8. PERSPECTIVAS DE EMPLEO

Uruguay ha desarrollado la industria de los biocombustibles líquidos a partir del impulso brindado hace diez años con la Ley de Agrocombustibles, constituyendo la principal alternativa a los carburantes de origen fósil.¹²⁸ Sin embargo, los escenarios de futuro en los que se promovió dicho desarrollo, principalmente aquellos referidos a la evolución del precio del producto que sustituye (petróleo y sus derivados) y de las materias primas utilizadas para producir biocombustibles, no se han verificado en la realidad, implicando el cierre de prácticamente todas las plantas de menor porte en su momento instaladas desde el ámbito privado.

La producción de biocombustibles se concentra en las plantas de ALUR, empresa que forma parte del grupo ANCAP (petrolera estatal). No se orienta exclusivamente a los biocombustibles, sino que abarca, en forma más amplia, una cadena agroenergética de donde se obtienen otros productos como el azúcar y alimentos para animales. Es esencial comprender que se trata de un proyecto con objetivos en las dimensiones social (empleo, combate a la pobreza, desarrollo con descentralización territorial, soberanía energética), ambiental (disminución de emisiones de gases de efecto invernadero al sustituir combustibles fósiles) y económica (sustentabilidad económica), con preponderancia del foco puesto en unas u otras según el momento, pero grandemente interrelacionadas de forma que el cambio en una de ellas afecta a las otras.

Desde ALUR se ha fomentado el apoyo y la inserción laboral de un conjunto de familias productoras de caña de azúcar, en el departamento de Artigas, estas estaban en situación crítica antes de la reactivación del sector. Mientras que en el 2006 existían 2.800 hectáreas de caña de azúcar en manos de 150 productores, actualmente se plantan más de 8.000 hectáreas en manos de 300 productores.¹²⁹

127 Moraes (2014).

128 Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (2015).

129 www.alur.com.uy

En su inicio, por tanto, el sector de biocombustibles atravesó por una etapa de gran promoción a los pequeños productores de materia prima, vinculado en gran medida a un proceso de colonización que trajo aparejado una serie de cambios sociales y económicos con repercusiones en el modelo y condiciones de empleo.

La actividad del sector está marcada claramente por dos épocas, una inicial de fomento e impulso y otra, la actual, de búsqueda de maximización de la eficiencia que permita reducir el costo de acceso a los biocombustibles sin dejar de dar cumplimiento a los mínimos de mezcla legales con los combustibles derivados del petróleo, todo ello procurando mantener un equilibrio con los aspectos sociales y ambientales del proyecto.

En este contexto, en el 2016 la petrolera estatal ANCAP decidió, entre otras medidas de eficiencia del gasto, reducir los niveles de mezcla de bioetanol en gasolinas y de biodiésel en gasoil, crecientes en los últimos años y que llevaron a superar holgadamente durante el 2015 el porcentaje mínimo de mezcla exigido legalmente en ambos casos.

Los menores niveles de mezcla de biocombustibles en los combustibles líquidos para abastecer al mercado, implicaron que el sector recientemente tomara sus propias medidas de eficiencia del gasto y de gestión financiera por caída de la demanda, observándose una gran reducción en los gastos de administración y ventas y la búsqueda de nuevas oportunidades comerciales, concretándose exportaciones de biodiésel a Holanda, de alimentos para animales a China, y de etanol a Chile. Las exportaciones son residuales en el global y no representan una solución de largo plazo a la sustentabilidad económica del negocio, por la falta de escala (y, por ende, de competitividad) de las plantas a nivel internacional.

En la zona de Bella Unión es relevante el carácter zafral del trabajo, ligado a que la estrategia productiva principal es el monocultivo de caña de azúcar, alejado del modelo de diversificación demandado inicialmente por los trabajadores. Han fracasado intentos de producción a base de alternativos como el sorgo dulce (iniciada con el objetivo de alargar el periodo de zafra) o boniatos, ambas discontinuadas.

Las perspectivas de empleo directo e indirecto asociadas al sector de biocombustibles van de la mano con la evolución del precio del petróleo y con la decisión política de apostar o no a su desarrollo.

El primer factor, en los últimos años, evolucionó de forma adversa a los intereses del sector de los biocombustibles y su competitividad en comparación con el costo de acceso a los combustibles fósiles,¹³⁰ resultando prácticamente imposible el surgimiento de nuevos productores. Es esperable que esta situación se mantenga en el mediano plazo, si bien el precio del petróleo es una variable que presenta históricamente un gran componente de volatilidad que dificulta su previsión de futuro.

En el caso del segundo factor, las señales apuntan a que la meta es profundizar en el logro de la racionalidad económica del sector, sin descuidar los aspectos sociales, por la condición socioeconómica del proyecto. En este contexto, se observa un foco en controlar especialmente el hecho de que, en virtud que la propia legislación establece que los costos del sistema se trasladen a tarifas,¹³¹ toda carencia de eficiencia en la cadena de valor se traslada al precio final del combustible o es asumida por ANCAP. No hay señales de cambio en otros aspectos que han sido la base de las demandas desde el sector, como ser la solicitud de cambios en la estructura impositiva vigente, la que asimila el esquema

130 A modo de referencia, mientras que el costo de los biocombustibles supera ampliamente los 1.000 dólares por tonelada, el gasoil o las gasolinas rondan entre los 600 y 700 dólares.

131 El Art. 9º de la Ley de Agrocombustibles establece que los costos resultantes de las incorporaciones de biocombustibles “serán transferidos a tarifas, en tanto el Poder Ejecutivo no estipule otros mecanismos de compensación”, lo que implica que los costos de producción de los biocombustibles (de ALUR) se trasladan directamente a los precios de compra (en los pagos efectuados por ANCAP) y, con ellos, los sobrecostos por las eventuales ineficiencias en la cadena de producción.

de impuestos aplicado en la actividad de producción de bioetanol y biodiésel al de las gasolinas y el gasoil, respectivamente.

Como nuevos horizontes con potencialidad para el sector, se destaca que en las áreas de investigación es creciente el interés por la producción de bioetanol a partir de residuos forestales (u otros tipos de biomasa), disminuyendo el foco de los biocombustibles producidos a base de materias primas destinadas a la producción de alimentos.

En síntesis, las alternativas de máxima y de mínima para el desarrollo del sector serían, por un lado, continuar con la apuesta al sector, justificado en su aporte en varios frentes como son el ambiental, la mayor soberanía energética y mayor robustez de la matriz de abastecimiento, así como el crecimiento de las capacidades locales y la creación de empleo directo e indirecto –particularmente– en zonas del territorio de mayor pobreza y complejidad del entramado social. En un contexto de precio de petróleo bajo y búsqueda de eficiencia, como el actual, esta primera opción implica un sector sin crecimiento, operando con una utilización de su capacidad tal que le permita cumplir los requisitos legales de mezcla.¹³² Por su parte, en el otro extremo se encuentra la postura de desarticulación del sector, fundamentada en su obsolescencia en virtud del contexto de surgimiento de nuevas fuentes renovables y también no renovables que son más económicas y que no implican desviar materias primas básicas desde la alimentación a su combustión.

132 Se estima que con los niveles actuales de consumo de gasolinas el cumplimiento del mínimo legal de mezcla (5%) se alcanzaría solo con la planta de Paysandú operando en torno al 60% de su capacidad de producción.

Capítulo IX

OTROS SUBSECTORES EN ENERGÍAS RENOVABLES



En este capítulo se mencionan algunos sectores que forman parte del conjunto de las energías renovables en Uruguay, pero que escapan al foco del relevamiento, centrado en los sectores renovables que han sido la base de la transformación de la matriz energética en la última década en el país, adicionando el sector renovable de mayor preponderancia histórica en materia de generación, que es el hidráulico.

Unos de los casos más relevantes en cuanto a presencia en el país, por fuera de los sectores ya analizados, es el del sector de energía solar térmica (aprovechamiento del calor, principalmente para calentamiento de agua), que no fue profundizado por diversas razones: presenta escasa incidencia en la matriz energética, representando el 0,06% de la oferta de energía del país,¹³³ dificultades para acceso a información con organizaciones del sector y, por último, el hecho de que es visualizado por los responsables de la política energética y regulación sectorial como una actividad más vinculada a la temática de eficiencia energética que como un sector impulsor de cambios en la matriz energética (en comparación con el eólico o fotovoltaico, por ejemplo).

En este sector el empleo se genera, por un lado, en unas pocas empresas productoras de equipos (básicamente se trata de un panel con un tanque de agua) y, por otro, principalmente, en las empresas instaladoras de estos equipos, que pueden o no ser simultáneamente importadoras de los mismos. Los equipos se importan ya ensamblados en algunos casos, mientras que en otros casos se ensamblan en el país. La inspección y mantenimiento de los equipos instalados también es una fuente de puestos de trabajo.

Se trata de un sector aún incipiente, pues si bien en el marco de la Ley Solar Térmica (que declara de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la energía solar térmica) se establece la obligatoriedad de instalar este tipo de equipamiento en los grandes consumidores de agua caliente,¹³⁴ de modo que el 50% de la energía utilizada para calentar el agua tiene que provenir

¹³³ Balance Energético Nacional 2015.

¹³⁴ Centros de asistencia de salud, hoteles, clubes deportivos, piscinas climatizadas y construcciones nuevas del sector público cuya previsión de consumo energético para agua caliente supere el 20% del consumo de energía total.

de la energía solar térmica. Esta Ley se aprobó en el 2009 pero se termina de reglamentar en el 2014 y su implementación ha sido dificultosa en virtud de que los controles respectivos recaen a nivel de las intendencias departamentales, con las que se ha tenido que trabajar en un proceso de conocimiento de la normativa y aspectos técnicos.

Otra iniciativa es el Plan Solar, orientado por acciones de la DNE, UTE, Banco de Seguros del Estado, Banco Hipotecario del Uruguay y la URSEA, con el fin de incentivar el uso de energía solar térmica en el sector residencial. El Plan Solar intenta mitigar las dificultades de las dos barreras principales identificadas para la incorporación de sistemas solares para calentar agua en las familias: la costosa inversión inicial requerida y la concientización de los beneficios de su adopción.¹³⁵

También se ha establecido en el 2014 que las viviendas de interés social¹³⁶ cuenten con una preinstalación (anteproyecto) en energía solar térmica, con la perspectiva de que el futuro propietario concrete la inversión sin la necesidad de obra previa.

Al igual que en el caso de la microgeneración solar fotovoltaica, los empleos generados en el sector de la solar térmica tienen un gran componente de permanencia del empleo en el tiempo, si bien con menos volumen de mano de obra que los parques a gran escala. No se ha podido acceder a información de puestos de trabajo en el sector solar térmico. A modo de referencia de desarrollo del sector, para el 2015 se cuenta con una superficie estimada de colectores solares térmicos de 52.250 m².¹³⁷

La perspectiva por consiguiente es que este sector siga creciendo de cara al cumplimiento de la normativa vigente, si bien depende de la evolución en los costos de los equipos y de las alternativas de inversión en aprovisionamiento energético (principalmente microgeneración solar fotovoltaica u otras alternativas, a base de fósiles o no). El foco de su crecimiento vendrá por su impulso en nuevas construcciones, más que en las ya existentes, si bien los fomentos brindados para estas, como ser el caso del Plan Solar y otros, se mantendrán.

Un sector que valdría la pena considerar para ampliar el alcance del conocimiento respecto de la generación de empleo en el sector de energías renovables es la leña, importante recurso renovable tradicional de la matriz energética. Este recurso mantiene niveles constantes de consumo en los últimos años, si bien perdió su lugar de privilegio a nivel de consumo energético residencial en el 2010 frente a la electricidad.¹³⁸

Otro sector a mencionar es el del biogás, si bien también su desarrollo es menor, hay emprendimientos concretados y para los que es una fuente de energía importante (por ejemplo, el caso de producción de energía a partir de desechos orgánicos de producción ganadera). Pero su incidencia es menor a nivel de la oferta energética nacional, lo que hace que este caso, así como el de energía geotérmica, no tengan su consideración particular en la matriz de energía calculada anualmente.

135 Dirección Nacional de Energía (2012).

136 www.anv.gub.uy/grb/contenido.aspx?id_contenido=492

137 Balance Energético Nacional 2015.

138 Balance Energético Nacional 2015. Resultado observado a nivel nacional, pero explicado por Montevideo, pues en el interior del país sigue siendo la leña el principal energético de los hogares.

Capítulo X

EMPLEOS VERDES EN ENERGÍAS RENOVABLES. SECTOR PÚBLICO



A continuación se analiza la información de los sectores desarrollados anteriormente de forma transversal para captar la generación de empleo exclusivamente en el sector público.

El total de empleos verdes en el sector público vinculado a las energías renovables consideradas es de 3.626, de estos, 3.152 no son directamente asignables a ninguno de los sectores desarrollados en el presente relevamiento.

Para considerar estas cifras hay que tener en cuenta las siguientes precisiones:

- Se consideraron las siguientes organizaciones: UTE, MIEM, ANCAP, ADME y CTM.
- No se consideran los puestos de ALUR (empresa del grupo ANCAP), por regirse en el marco del derecho privado.
- En el caso de UTE se consideran, además de los puestos asociados directamente a los sectores, los de las restantes áreas operativas (transmisión, distribución, comercial) y áreas de apoyo, calculándose los mismos a base de la proporción de potencia instalada de generación renovable respecto del total de potencia instalada.

En el global de empleos, casi el 91% (3.297) están creados en la empresa estatal UTE, los que se desagregan por nivel de calificación en el cuadro 20.

Cuadro 20. Empleos verdes en energías renovables en UTE, 2017

Nivel de calificación	Empleos verdes
Profesionales	1.075
Técnicos	616
Otros	1.606
Total	3.297

Fuente: UTE.

En el caso de ANCAP se consideran los puestos requeridos para el traslado de los biocombustibles desde su lugar de producción hasta las plantas donde se realiza la mezcla con los combustibles líquidos y los puestos ocupados por profesionales focalizados en la temática de los biocombustibles.

La estimación de puestos para el MIEM considera aquellos dedicados directamente a la temática de energías renovables, como ser los del Área de Energías Renovables y el proyecto Biovalor, así como parte de los puestos correspondientes al Área de Demanda, Acceso y Eficiencia Energética, Área Eléctrica, Asesoría de Dirección y Servicios de apoyo.

Por su parte, la transformación hacia las energías renovables también impactó en la labor de la Administración del Mercado Eléctrico (ADME), porque requirió la contratación de más profesionales para programación y operación de modelos de gestión del Sistema Interconectado Nacional (SIN), como ser el SimSEE (Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica) desarrollado por la Universidad de la República. Adicionalmente requirió de un mayor esfuerzo de esta organización en la capacidad de pronóstico de recursos (eólico, solar, hidráulico) y de demanda, en especial en el corto plazo.

En el caso del sector público la presencia de mujeres alcanza al 35%, superando las cifras del sector privado.

Capítulo XI

SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS



En la última década Uruguay presenta una tendencia creciente en sus niveles de producción y consumo de energía, en línea con el contexto internacional (principalmente países en desarrollo).

La importancia relativa de las fuentes renovables dentro de la oferta de energía del país se incrementa notoriamente (destacándose en primer lugar el crecimiento de los residuos de biomasa desde el 2008), a la vez que surgen nuevas fuentes antes inexistentes en el país, eólica, solar y biomasa para biocombustibles.

El 97% de la generación eléctrica en el 2016 provino de fuentes renovables, superando ampliamente el promedio mundial (en torno del 20%).

La matriz energética está más diversificada y con fuentes más limpias, representando un cambio estructural en el sector, que posiciona a Uruguay entre los referentes mundiales de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y se alinea con el compromiso asumido en París en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP21) de 2015, de combatir la emisión de gases de efecto invernadero.

Esta transformación tiene como pilar fundamental la concreción de un conjunto de inversiones clave, donde en materia de energías renovables destacan las centrales térmicas para generar electricidad desde biomasa, los parques eólicos, las plantas de biocombustibles y los parques solares fotovoltaicos. Estas inversiones, sumadas a otras vinculadas en el marco de la planificación sectorial, como ser las obras de interconexión eléctrica regional y de infraestructura energética de no renovables, están desarrollando la capacidad y diversidad de fuentes de producción de energía, aumentando la calidad de la energía ofrecida y del servicio asociado, mitigando del impacto ambiental, mejorando la estructura de costos (bajando los costos de generación de electricidad y la vulnerabilidad del sistema en un contexto de cambio climático), y brindando mayor autonomía del país para abastecerse de energía en un contexto de demanda creciente.

El avance logrado fue posible sobre la base de dos ejes fundamentales: el marco definido por la Política Energética 2005-2030 para el sector y el clima propicio para invertir en el país, generando un esquema transparente y con seguridad al inversor.

El cambio en la matriz energética propició la diversificación de fuentes hacia una matriz más verde, la mitigación de la dependencia energética externa y un menor costo (y volatilidad del costo) de generación de energía. Profundizar en el dimensionamiento y conocimiento de las características del empleo en el sector de energías renovables en Uruguay, por tanto, conjugó dos factores muy atractivos de cara al análisis, por un lado el hecho de ser un sector prioritario a nivel mundial donde “Un rápido cambio por un modelo energético de bajas emisiones de carbono basado en fuentes renovables, además de ser más eficiente en términos de energía, es fundamental para evitar un cambio climático de consecuencias inmanejables”.¹³⁹ Por otro lado, el hecho de tratarse de un sector de crecimiento sostenido en el país en la última década y logrando las transformaciones descritas.

A continuación se sintetizan los principales hallazgos en materia de cifras de empleo por subsector.

Cuadro 21. Empleo directo: Puestos temporales equivalentes a tiempo completo (FTE), 2017

	Eólico	Solar FV	Residuos de biomasa	Hidráulico	Biocombustibles
Puestos FTE creados (durante vida útil)	500	316	302	497	754
Capacidad instalada	1.479 MW	238 MW	411 MW	1.538 MW	171 mil m ³
Puesto FTE creados por unid. capacidad instalada	34 cada 100 MW	133 cada 100 MW	73 cada 100 MW	32 cada 100 MW	44 cada 100 MW

Fuente: Elaboración del autor.

Considerando los 3.152 puestos de empleo en el sector público que no son asignables directamente a ningún subsector específico, los puestos directos permanentes a tiempo completo ascienden a 5.521. Si bien el sector fotovoltaico resulta comparativamente intensivo en mano de obra, se debe considerar que gran parte de los puestos directos dependen de la concreción de nuevos emprendimientos a nivel de generación o microgeneración (si se consideran exclusivamente los puestos creados para operación y mantenimiento de los parques solares, las cifras de empleo son muy similares al caso eólico).

El sector de biocombustibles tiene la particularidad de ser el único que genera puestos directos de carácter zafral que se mantienen regularmente año a año, principalmente para posibilitar el abastecimiento de la materia prima necesaria para alimentar el proceso industrial del que surgen los biocombustibles. Agregando las cifras de puestos permanentes y temporales para este sector, genera 1.889 puestos a tiempo completo equivalentes por año durante la vida útil del proyecto.¹⁴⁰

Los puestos directos anuales a tiempo completo para lograr la operación regular de los emprendimientos de energías renovables analizados, totalizan 6.687 puestos (incluyendo permanentes y temporales anualizados), equivalente aproximadamente al 50% de los puestos totales en el marco de las actividades

¹³⁹ Organización Internacional del Trabajo (2012).

¹⁴⁰ La cifra considera exclusivamente los puestos asignables a biocombustibles, en el marco de una cadena agroenergética más amplia, que también produce azúcar y alimento animal, entre otros productos.

Cuadro 22. Empleo directo: Puestos temporales equivalentes a tiempo completo (FTE), 2017

Fase		Eólico	Solar FV	Residuos de biomasa	Biocombustibles
1 Construcción, instalación y montaje	Puestos FTE creados (durante un año)	2.933	905	2.983	Sin datos
	Capacidad instalada	1.479 MW	238 MW	411 MW	171 mil m ³
	Puesto FTE anuales por unid. capacidad instalada	198 cada 100 MW	396 cada 100 MW	725 cada 100 MW	Sin datos
2 Construcción, instalación y montaje	Puesto FTE anuales creados durante la vida útil del proyecto	No aplica	No aplica	No aplica	1.166

Fuente: Elaboración del autor.

de producción y distribución mayorista de energía en el país,¹⁴¹ las que engloban en torno del 1,1% de la mano de obra ocupada en Uruguay.¹⁴²

A nivel nacional, el impacto sobre la cantidad de puestos de trabajo del sector de las energías renovables es muy significativo para las fases de construcción y montaje, por la cantidad de empleos y su carácter descentralizado en el territorio, mientras que es de menor relevancia en las fases posteriores (como ser la operación, mantenimiento y gerenciamiento, entre otras).

Todos los subsectores relevados presentan una escasa perspectiva de género, siendo que en general se trata de actividades dominadas por el empleo de hombres, en forma similar al resto del sector energético y, más ampliamente, a la situación de dicho sector a nivel internacional. Se entiende que desde la política pública de promoción y de capacitación es posible revertir esta situación y facilitar la entrada de mujeres, apalancando casos de éxito como el descrito para el sector solar fotovoltaico, con una cuota de género en las capacitaciones de nivel técnico y su posterior inserción laboral. Focalizando en el sector público, se estima que poco más de la tercera parte de los puestos son ocupados por mujeres, superando las estimaciones primarias logradas a nivel del sector privado.

Se concibe como una oportunidad para profundizar en el conocimiento de los subsectores, la realización de un relevamiento de campo más pormenorizado sobre género y las condiciones de empleo caso a caso, en particular para analizar a fondo todas las dimensiones de trabajo decente en el empleo. De cualquier modo, se percibe que las energías más modernas como la eólica o la fotovoltaica presentan mejores condiciones de trabajo que algunos eslabones de la cadena de valor en otros sectores con

141 La comparación es un aproximado en virtud de que se realizó contra el promedio anual 2016 de la cantidad de trabajadores registrados en el Banco de Previsión Social (en relación de dependencia, no necesariamente a tiempo completo) considerando la totalidad de la División 35 (suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado), la División 19 (fabricación de coque y de productos de la refinación del petróleo, excluyendo las clases 1920.2, de fabricación de aceites, grasas y lubricantes y 1920.9, de fabricación de otros productos de la refinación de petróleo n.c.p.). También se incluyó la Clase 4661.0 (comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y de productos conexos). Se excluye el comercio al por menor de combustibles para vehículos, de gas envasado y de leña y carbón. Los empleos asociados a biocombustibles se consideran de acuerdo a la estimación del presente trabajo, al no haber una categorización CIU Rev. 4 específica para su producción ni mezcla (forman parte de clases más globales).

142 Respecto a la cantidad de personas que aportan a la seguridad social por su ocupación principal, con base en la Encuesta Continua de Hogares 2016.

mayores dificultades y sacrificio requerido al trabajador, como ser el caso de los biocombustibles y residuos de biomasa, en ese orden.

Tanto en términos de trabajo decente en el empleo como en materia de género resulta medular analizar con una perspectiva histórica la situación en la cadena agroindustrial vinculada a los biocombustibles, particularmente en Bella Unión, donde se verifica una notoria mejora en las condiciones de vida de los productores respecto del pasado, emergiendo de una situación de pobreza y marginalidad, pero sin afectar en lo medular la transición desde un régimen de trabajo asalariado hacia un esquema de autogestión obrera (parte de las demandas históricas originales de los trabajadores) y propiciando condiciones que en algunos casos tienden a afianzar en la familia el rol de la mujer como responsable de las tareas domésticas y del hombre proveedor. Asimismo, pudo relevarse que para realizar el trabajo más sacrificado en la cosecha de caña de azúcar (cortado de la caña) ha sido y es muy importante, la presencia de trabajadores de origen brasileño, que cruzan la frontera para realizar el trabajo más duro durante aproximadamente tres meses y son los más expuestos a carencias en la formalización del empleo y cumplimiento de estándares de decencia en el empleo, a pesar del trabajo de UTAA en ese sentido.

Respecto de la consideración de los trabajadores del sector energía en los Consejos de Salarios, no se cuenta con un grupo específico, lo que posiblemente se deba a que las grandes empresas tradicionales de suministro energético sean las públicas, que cuentan con sus propios acuerdos colectivos. Pero como referencia a la dinámica de la negociación colectiva en Uruguay, que ha incorporado las actividades en el marco de los Consejos de Salarios a la estructura de relaciones laborales, es relevante mencionar que desde el 2014 se ha conformado un Subgrupo de “Energías alternativas” dentro del grupo correspondiente a “Industria química, del medicamento, farmacéutica, de combustibles y anexos”,¹⁴³ el que habría tenido su primera ronda de negociación en el 2016. Del acta de creación de este subgrupo surge que incluye la “generación de energía eléctrica utilizando fuentes primarias renovables que no constituyan subprocesos de actividades principales”.

El futuro de los sectores de energías renovables y, por esta razón, las derivaciones en materia de empleo en cada uno, están sujetas a la evolución ciertas variables de contexto y de política pública, las que se sintetizan en el siguiente diagrama 12.

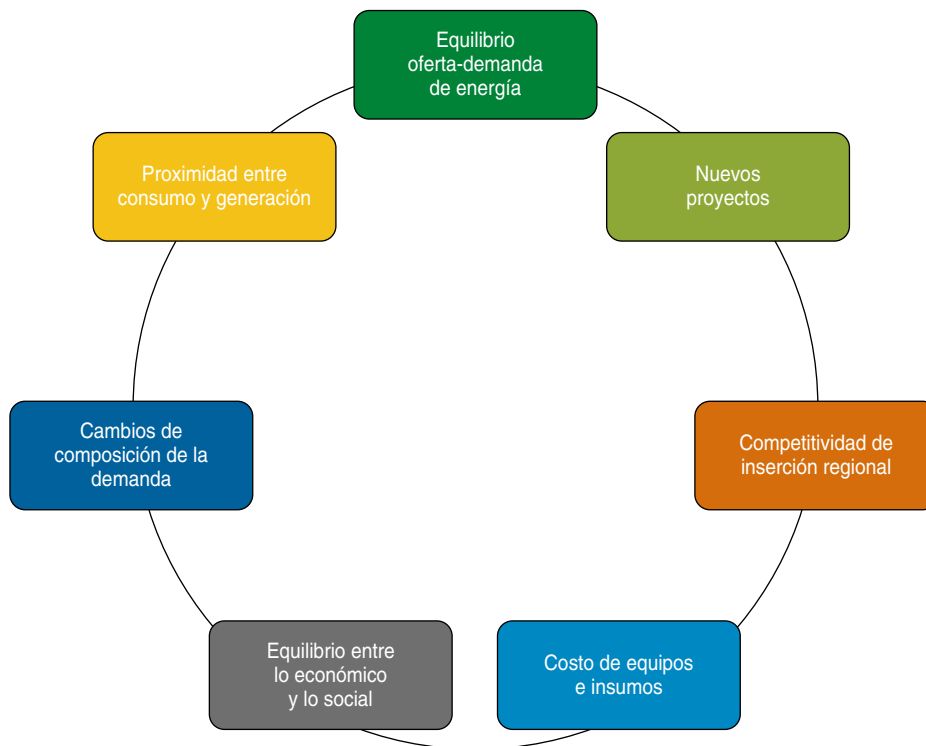
En el contexto actual de oferta-demanda, con la cobertura de la oferta energética lograda con recursos autóctonos y un menor ritmo de crecimiento de la demanda, parecería no haber espacio para nuevos proyectos de gran envergadura en el sector de energías renovables. De acuerdo a la información relevada, no se prevén nuevas licitaciones de parques eólicos o solares mínimamente hasta el 2023, limitando su desarrollo con posterioridad al 2017, año en que quedarán operativos los últimos parques previstos.

La consideración respecto de los eventuales excedentes de energía eléctrica en el país presenta matices entre los diversos actores del sector, siendo que algunos sostienen que hay un alto grado de saturación de la oferta, mientras que otros no lo perciben como algo negativo sino como un blindaje que vale la pena poseer ante la eventualidad de tener que utilizar las centrales térmicas basadas en fósiles o bien importar energía eléctrica.

El límite a las iniciativas de nuevos parques en el país impacta de forma diversa en las empresas de origen local y en las de origen extranjero y según el subsector considerado. Focalizando en la eólica y solar fotovoltaica, para el caso de las empresas extranjeras su presencia ya consolidada en otros mercados de la región y su óptica de largo plazo les permite afrontar la restricción a nuevos parques como un evento coyuntural, que no afecta su estrategia de largo plazo. Para las empresas locales, la estructura creada en la organización para actividades que trasciendan la operación y mantenimiento

143 Grupo 7: Industria química, del medicamento, farmacéutica, de combustibles y anexos, Subgrupo 8: Energías alternativas. www.mtss.gub.uy/web/mtss/consejos-de-salarios

Diagrama 12. Síntesis de las principales variables de contexto y política pública



Fuente: Elaboración del autor.

(como el desarrollo de parques o la fabricación de insumos en el caso solar fotovoltaico, entre otras), solo puede ser mantenida o eventualmente crecer en el caso que logren nuevos proyectos en el país, o bien capitalizando la experiencia adquirida en estos años, ofrecer y vender sus servicios en el exterior, fundamentalmente en los mercados regionales donde las energías renovables están teniendo mayor auge actualmente, como ser principalmente el caso de Argentina, pero también Bolivia, Perú, México, Panamá o Brasil.

Vinculado a lo anterior toman especial relevancia la competitividad e inserción regional lograda por las empresas del sector y la concreción de las oportunidades de colocación de los excedentes de energía en la región, como se vienen observando hacia la Argentina y, más recientemente, hacia Brasil. Toman especial relevancia los mecanismos para comercializar energía eléctrica, tanto para exportar energía eléctrica a la región, como para la eventual compraventa de energía eléctrica entre actores privados locales.

La concreción de nuevos proyectos de impacto considerable sobre la oferta energética afectará el potencial crecimiento de otros sectores energéticos. En este sentido, de desarrollarse como se espera, los proyectos de una nueva planta de celulosa (que volcaría entre 80 y 100 MW firmes adicionales a la red eléctrica nacional) y la construcción de la planta regasificadora (que aumentaría la oferta a menor precio de gas natural), se limitaría el espacio disponible para promocionar otros proyectos energéticos renovables en los próximos años.

El desarrollo de los mencionados proyectos, según se pudo confirmar, no afecta el hecho de que seguirá siendo parte de la política energética la apuesta a la diversificación de fuentes y en particular al crecimiento de la energía solar fotovoltaica, basado en el continuo descenso de los costos de los equipos e

insumos requeridos para las instalaciones, así como por la buena complementariedad día/noche que logra esta fuente con la energía eólica, lo que brinda cierto margen para una mejor retribución a este sector por la energía producida. En este sentido, es esperable un contexto cada vez más propicio para proyectos de autoconsumo de energía solar¹⁴⁴ en viviendas y empresas, donde el desarrollo aún es muy incipiente en relación con otros países como Alemania, caso exitoso de regulación clara y estable del autoconsumo. El desafío que plantea el autoconsumo es seguir profundizando el uso de las fuentes renovables, pero en un esquema cuyos beneficios para la red eléctrica global son limitados (los costos de la red no disminuyen al aumentar el autoconsumo, pudiendo implicar una sobrecarga para los consumidores sin infraestructura propia).

Con referencia al sector de biocombustibles, se trata de un sector donde los escenarios de futuro sobre los cuales se promovió su desarrollo no se han verificado en la realidad. Los biocombustibles forman parte de una cadena agroenergética más amplia, de la que se obtienen otros productos como el azúcar y alimento para animales y donde es esencial considerar que se trata de un proyecto con objetivos en las dimensiones social (empleo, combate a la pobreza, descentralización territorial, soberanía energética), ambiental (disminución de emisiones de gases de efecto invernadero) y económica. El foco prioritario en una u otra dimensión de la sustentabilidad ha variado según el momento. Las señales de política apuntan a profundizar la racionalidad económica del sector, sin descuidar los aspectos sociales por la cualidad socioeconómica-ambiental del emprendimiento, manteniendo el cumplimiento legal de los niveles de mezcla definidos. En lo ambiental y social, no se ha podido superar el desafío de minimizar en la zona de Bella Unión la dependencia del monocultivo a gran escala (caña de azúcar), como lo indican las dificultades afrontadas en la producción sobre la base de alternativos como el sorgo dulce o boniatos, actualmente discontinuadas.

Algunas empresas del sector de residuos de biomasa también atraviesan serias dificultades de sostenibilidad, que hacen necesario un análisis de costo-beneficio con mirada integral acerca de las consecuencias de un eventual cierre de los emprendimientos, considerando la perspectiva económica, pero también la social (empleo y descentralización territorial) y la ambiental (formación de potenciales pasivos ambientales derivados de la acumulación o abandono de residuos de biomasa).

En cuanto a la demanda de energía, claramente su crecimiento (dependiente de la situación económica) pero especialmente los cambios que el país se plantee en materia de composición de la demanda de energía también son un factor determinante de las posibilidades de desarrollo del sector de energías renovables. Definir qué tipo de energía quiere el país para sectores de actividad intensivos en fósiles como el transporte, optando por mantener los fósiles líquidos *–statu quo–*, apostar al gas natural, la electricidad, o los biocombustibles, plantea opciones de futuro muy disímiles. Hay señales de movimiento particularmente para el sector transporte, donde se han anunciado recientemente beneficios impositivos para las empresas que renueven su flota de vehículos tradicionales con autos eléctricos, a la vez que se cuenta con varias experiencias piloto operativas a nivel de transporte colectivo de pasajeros y flota de taxis. UTE ha comunicado que se desarrollará una red de recarga eléctrica en las estaciones de servicio de ANCAP y los excedentes de energía nocturnos serían aprovechados al posibilitar la recarga de los vehículos en ese momento, cuando la demanda por energía es menor.

También es una decisión clave de política energética de largo plazo definir el escenario deseado en materia de proximidad entre consumo y generación, es decir, definir qué tan dispuesto está el país a ir hacia un sistema más eficiente de matriz eléctrica, con consumo más cercano a los puntos de generación de la energía (por ejemplo con un potenciamiento del autoconsumo que implique un aumento notorio en

144 Desde el 2014 Uruguay cuenta con la normativa de generación eléctrica con destino exclusivo al autoconsumo y sin establecer la posibilidad de volcar los excedentes a la red eléctrica. Si bien apunta a la generación de energía a partir de cualquier fuente, por el costo de acceso, la solar fotovoltaica es la mejor posicionada actualmente.

los paneles solares en los techos de cada hogar). En este sentido y bajo la premisa de que el contexto del sector es altamente dinámico y cambiante, si bien la microgeneración fotovoltaica parece tener las mayores posibilidades de penetración por la propia caída en los costos de acceso ya mencionada (y posiblemente sin necesidad de grandes estímulos adicionales) y ser el sector donde además el país ha formado personas y capacidades productivas, de momento la apuesta de política no parece ser ir hacia un esquema con multiplicidad de mini y microgeneradores de carácter residencial e industrial en el territorio.

La posibilidad de desarrollo de nuevos proyectos en energías renovables, que permitan crear más empleos verdes en el sector, resulta por tanto limitada a corto plazo por el equilibrio ya logrado entre oferta y demanda energética a partir de las inversiones en la última década. Sin embargo, Uruguay se enfrenta a múltiples desafíos y oportunidades de futuro enormemente asociados a las opciones de política que se tomen al respecto, entre otros aspectos, a qué tipo de energía se desea abastecer a sectores aún intensivos en recursos fósiles, a qué facilidades se otorgará a la penetración en el territorio de tecnologías cada vez más accesibles –como el caso de la microgeneración fotovoltaica, donde además el país ha generado algunas capacidades productivas propias–, y a qué hacer con sectores que atraviesan dificultades en su viabilidad económica, como los biocombustibles y los residuos de biomasa, pero que presentan gran relevancia en las otras dimensiones del desarrollo sustentable, que son las dimensiones ambiental y social, resultando especialmente sensible en esta última las variables de empleo (al ser sectores intensivos en mano de obra) y de desarrollo productivo con descentralización territorial.

BIBLIOGRAFÍA



Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas, UTE (2006 al 2015). *Memoria anual* (Montevideo, UTE).

Agencia Internacional de la Energía, AIE (2016). *Revitalisation of local economy by development of renewable energy: Good practices and case studies (REvLOCAL)* (Utrecht, AIE).

– (2015a). *World energy outlook* (París, OCDE/AIE).

– (2015b). *Energy and climate change* (París, OCDE/AIE).

Agencia Internacional de Energías Renovables, IRENA (2016). *Renewable energy and jobs. Annual review* (Masdar City, IRENA).

Alcoholes del Uruguay, ALUR (2015). *Memoria anual* (Montevideo, ALUR). http://www.alur.com.uy/noticias/Articulo_memoria.pdf

– (2012). *Estados contables* (Montevideo, ALUR).

Banco Interamericano de Desarrollo, BID (2009). *Acceso al servicio de electricidad y la pobreza en América Latina y el Caribe*, Presentación al Centro Global para el Desarrollo y la Democracia, 2009 (Sao Paulo, BID).

Barretto Ghione, H. (2001). *Concepto y dimensiones del trabajo decente: entre la protección social básica y la participación de los trabajadores en la empresa*, serie Boletín Cinterfor N° 151 (Montevideo, Cinterfor).

Botnia S.A. (2004). *Informe ambiental resumen* (Montevideo, Botnia S.A.).

Carámbula, M. (2014). “Territorio y conflicto”, en *El acceso a la tierra en cuestión* (Montevideo, CSIC).

Dirección Nacional de Energía, DNE (2016). *Balance energético nacional 2015* (Montevideo, Ministerio de Industria, Energía y Minería).

– (2014). *Mecanismos promocionales para el desarrollo de las energías renovables en Uruguay* (Montevideo, DNE, Ministerio de Industria, Energía y Minería).

– (2012). *El plan solar de Uruguay* (Montevideo, DNE, Ministerio de Industria, Energía y Minería).

- (2008). *Política energética 2005-2030* (Montevideo, DNE, Ministerio de Industria, Energía y Minería).
- Ferro, S. (2015). *E&P opportunities in Uruguay* (Montevideo, ANCAP).
- Global Wind Energy Council, GWEC (2017). *Global wind energy outlook 2016* (Bruselas, GWEC).
- Herrera, I.; de la Rúa, C. y Lechón, Y. (2015). *Análisis de ciclo de vida del proceso de transformación de la caña de azúcar para la producción de bioetanol en la planta de Bella Unión de la Empresa Alcoholes del Uruguay (ALUR)* (Montevideo, Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos Departamento de Energía, CIEMAT).
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE (2017) *Estimación de la pobreza por el método del ingreso* (Montevideo, Instituto Nacional de Estadísticas).
- Ministerio de Industria, Energía y Minería, MIEM (2015). *Análisis de componente nacional e impacto económico y social que surge de la generación de energía eléctrica a partir de las siguientes fuentes: solar fotovoltaica, biomasa, eólica y gas natural en centrales de ciclo combinado* (Montevideo, SEG Ingeniería y KPMG).
- Ministerio de Industria, Energía y Minería y otros (2014). *Producción de electricidad a partir de biomasa* (Montevideo, Proyecto Probio).
- Moraes, M. I.; de Torres, M. F.; Moreira, C.; Martí, J. P. y Ríos, A. (2014). *Políticas industriales y desarrollo local en Bella Unión, 1965-2010* (Montevideo, Convenio Universidad de la República-Ministerio de Industria, Energía y Minería).
- Martí, J. P. (2016). *Políticas públicas y desarrollo local de Bella Unión a través del modelo cooperativo (1965-2005)*, en www.researchgate.net/publication/317234939_Políticas_publicas_y_desarrollo_local_de_Bella_Union_a_traves_del_modelo (Montevideo).
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto y Ministerio de Desarrollo Social (2016). *Reporte Uruguay 2015* (Montevideo, Oficina de Planeamiento y Presupuesto y Ministerio de Desarrollo Social).
- Organización Internacional del Trabajo, OIT (2016). “*Green jobs - Progress report 2014-2015* (Ginebra, OIT).
- (2012). *Hacia el desarrollo sostenible. Oportunidades de trabajo decente e inclusión social en una economía verde* (Ginebra, OIT).
- Parrilla, S. (2014). *Caracterización y diagnóstico de la cadena industrial petróleo y gas en Uruguay* (Montevideo, Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas).
- Quiñones, M. (2016). *Empleos verdes para un desarrollo sostenible. El caso Uruguayo* (Ginebra, Organización Internacional del Trabajo).
- REN21, (2016). *Renewables 2015. Global status report* (París, REN21).
- Sierra, W. (2014). *Mecanismos promocionales para el desarrollo de las energías renovables en Uruguay* (Montevideo, Dirección Nacional de Energía).
- Uruguay XXI. Promoción de Inversiones y Exportaciones (2017). *Oportunidades de inversión. Sector forestal* (Montevideo, Uruguay XXI).
- (2016). *Energías renovables en Uruguay* (Montevideo, Uruguay XXI).

