

# Situación de la Industria y Tecnología Fotovoltaica Española

Enero 2021

Patrocina



Promueve



## ÍNDICE

	pág.
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Resumen ejecutivo.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Situación de la industria fotovoltaica española: antecedentes y actualidad.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Análisis económico del sector FV en España.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Cadena de valor del sector fotovoltaico español .....</b>	<b>22</b>
<b>5. Mapa de Capacidades .....</b>	<b>26</b>
<b>6. Situación y retos de la tecnología fotovoltaica.....</b>	<b>28</b>
6.1. Desarrollo tecnológico en la cadena de valor .....	28
6.2. Fotovoltaica en Aplicaciones.....	36
<b>7. Proyectos de I+D+i de entidades y empresas españolas .....</b>	<b>48</b>
<b>8. Nuevos retos del sector: la recuperación económica.....</b>	<b>63</b>
<b>9. FOTOPLAT: Plataforma Tecnológica Española fotovoltaica.....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capacidad neta renovable agregada a nivel internacional. <i>Fuente: AIE</i> .....	9
Figura 2. Estructura de generación de energía del sistema nacional. <i>Fuente: UNEF</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 3. Potencia instalada anual fotovoltaica (MW) y potencia solar fotovoltaica acumulada (MW) 2006-2019. <i>Fuente: UNEF</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 4. Evolución anual de la potencia instalada de autoconsumo fotovoltaico en España (MW). <i>Fuente: UNEF</i> .....	13
Figura 5. Crecimiento anual del autoconsumo fotovoltaico por segmentos 2019 vs 2020 (MW). <i>Fuente: UNEF</i> .....	14
Figura 6. Ranking europeo de países por nueva capacidad de autoconsumo instalada en 2019. <i>Fuente: UNEF, SPE</i> .....	15
Figura 7. Ranking europeo de países por capacidad instalada de autoconsumo a cierre 2019. <i>FUENTE: UNEF, SPE</i> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8. Huella económica nacional e importada del sector fotovoltaico español, 2019 (Millones de euros). <i>Fuente: UCLM</i> .....	18
Figura 9. Contribución del sector fotovoltaico al PIB nacional (Millones de euros). <i>Fuente: UCLM</i> .....	20
Figura 10. Balanza comercial del sector solar fotovoltaico (Millones de euros). <i>Fuente: UCLM</i> .....	21
Figura 11. Cadena de valor del sector fotovoltaico español. <i>Fuente: UNEF y sus socios</i> .....	22

Figura 12. Ranking de fabricantes de seguidores (a) e inversores (b) fotovoltaicos en 2019. <i>Fuente: Wood Mackenzie</i> .....	24
Figura 13. Mapa de capacidades del sector industrial FV español. <i>Fuente: UNEF y FOTOPLAT</i> .....	26
Figura 14. Cuotas del mercado mundial en 2019 para diferentes tecnologías de célula. <i>Fuente: ITRPV 2019</i> .....	31
Figura 15. Cuotas del mercado mundial en 2019 para tecnologías de célula bifacial. <i>Fuente: ITRPV 2019</i> .....	32
Figura 16. Ejemplo de Integración fotovoltaica en fachada ventilada en las instalaciones de TECNALIA (San Sebastián). <i>Fuente: Tecnalia</i> .....	38
Figura 17. Ejemplo de Integración fotovoltaica en marquesina de aparcamiento de coches en Zurich (Suiza). <i>Fuente: Proyecto PVSITES</i> ....	40
Figura 18. Ejemplo de Integración fotovoltaica de concentración en un invernadero con tecnología Eclipse en Derio (Vizcaya) <i>Fuente: Tecnalia</i> ...	42
Figura 19. Ejemplo de estructuras y planta fotovoltaica flotante. <i>Fuente: ISIGENERE</i> .....	43
Figura 20. Evolución del coste (LCOE ) medio mundial de la energía fotovoltaica. <i>Fuente: Lazard</i> .....	65
Figura 21. LCOE fotovoltaico y precios (en 2018) de los mercados mayoristas europeos. <i>Fuente: Eero Vartianen et. al</i> .....	66
Figura 22. Proyección de residuos de paneles fotovoltaicos a nivel mundial. <i>Fuente: IRENA-IEA PVPS</i> .....	67
Figura 23. Organigrama Grupos de Trabajo de FOTOPLAT .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contribución del sector de la energía fotovoltaica al PIB de España, años 2018 y 2019. Millones de euros de 2018 y tasa de crecimiento en %. <i>Fuente: UCLM</i> .....	16
Tabla 2. Huella económica (PIB) del sector fotovoltaico español (Millones de euros). <i>Fuente: UCLM</i> .....	18
Tabla 3. Huella económica (PIB) por grupos de actividad (Millones de euros). <i>Fuente: UCLM</i> .....	19
Tabla 4. Listado de proyectos I+D+i d entidades españolas en ejecución 2019-2020.....	52

## 1. Resumen ejecutivo

El presente documento quiere mostrar la situación de la industria y tecnología fotovoltaica española. En este sentido se cubren los temas con relación a la actual situación de la industria fotovoltaica española, se analiza el valor económico de la misma y la capacidad de la cadena de valor del sector en España. También se cubre la situación de la tecnología española actual, con información sobre las principales tecnologías y proyectos I+D+i.

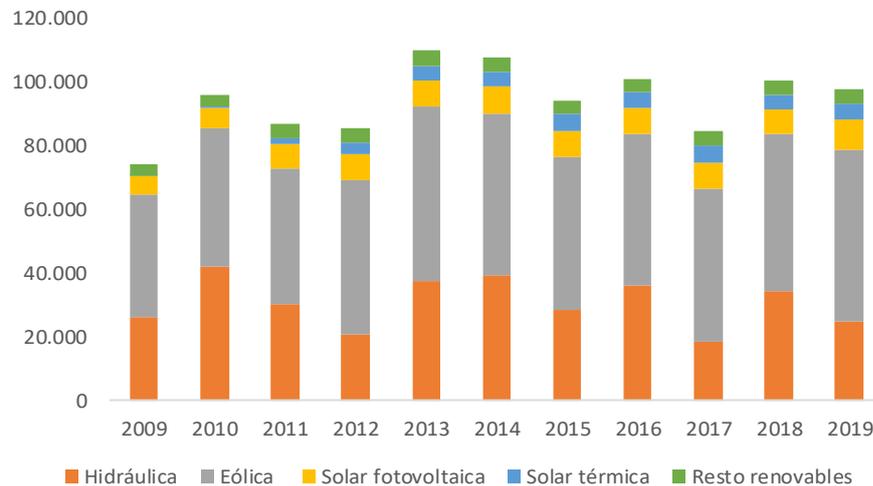
Para ello, se basará este análisis en estudios realizados por terceros, reuniones, colaboraciones y relaciones con empresas e instituciones que tiene FOTOPLAT con la colaboración de UNEF, la Unión Española Fotovoltaica.

## **2. Situación de la industria fotovoltaica española: antecedentes y actualidad**

El año 2019 supuso un hito histórico en el sector fotovoltaico en España estableciendo nuevos récords en todos los indicadores. Esto se debe a la masiva introducción de nueva potencia con la conexión a la red de los proyectos fotovoltaicos ganadores de las subastas de 2017. La entrada en funcionamiento de estos proyectos ha roto de manera brusca con el estancamiento del sector y marca el punto de partida para lograr los objetivos del PNIEC para 2030.

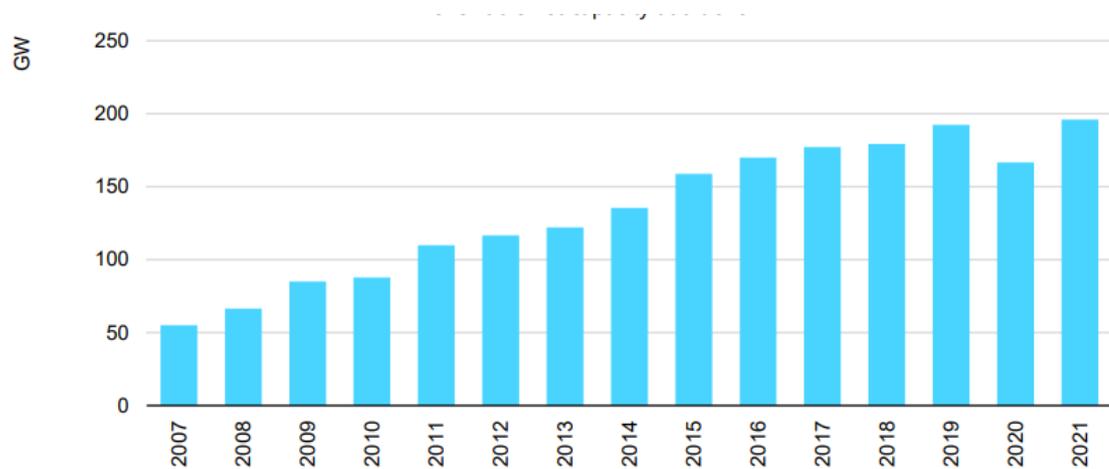
En lo que respecta a la generación fotovoltaica, comenzamos a observar en los datos de 2019 el crecimiento de la potencia instalada del sector (Figura 1). La energía solar fotovoltaica tradicionalmente estabilizada en torno a un 3% de contribución al mix eléctrico nacional, ha aumentado hasta 3,5%. De hecho, en la serie histórica de generación fotovoltaica en año 2019 ha establecido un nuevo récord histórico (9.223 GWh) superando por primera vez la barrera de los 9.000 GWh. Esta tendencia se verá sin duda continuada en el año 2020 puesto que la gran parte de la potencia instalada de energía fotovoltaica en el año 2019 se conectó a la red en la segunda mitad del año.

**Figura 1.** Evolución de generación renovable en España (GWh). *Fuente: Elaboración Universidad CLM con datos de Red Eléctrica de España (REE, varios años)*



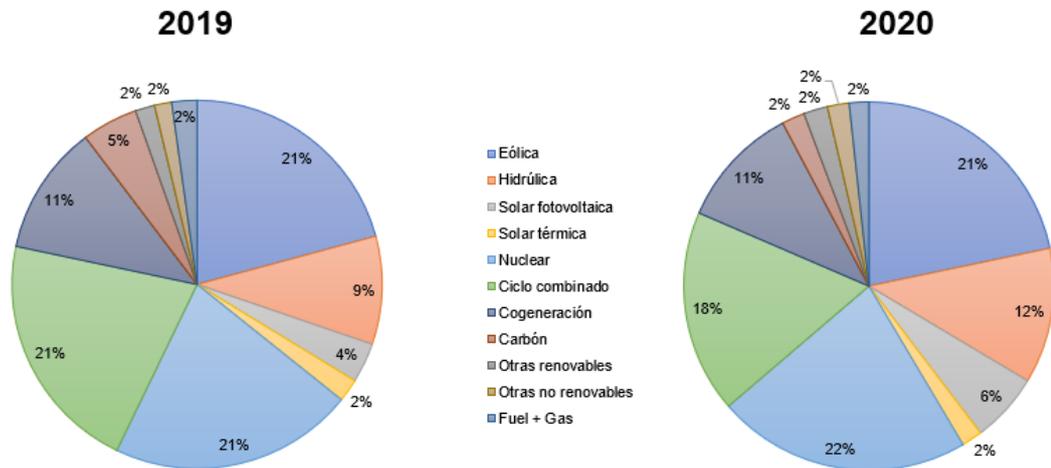
En 2020, y a pesar de la situación mundial debido a la pandemia del COVID-19, se ha demostrado que la resiliencia de las energías renovables es cada vez más evidente. Independientemente de la parada, parcial o completa, de las actividades industriales y económicas durante la primera mitad del año 2020, según datos de la Agencia Internacional de la Energía únicamente se ha producido una disminución de un 13% en cuanto a potencia instalada renovable a nivel internacional comparando con el pasado año 2019 (Fuente: AIE). La aparición de nuevos proyectos y la reactivación de aquellos inactivos desde mediados de 2020 y principios de 2021 han marcado el inicio de la recuperación del sector renovable (ver Figura 2 ).

**Figura 2.** Capacidad neta renovable agregada a nivel internacional. *Fuente: AIE*



En España en 2019, el volumen de generación con energía renovable se ha mantenido prácticamente constante (-2%), sobre todo por el incremento de la producción eólica (+9%) y la fotovoltaica (+19%), que han compensado la reducción de la hidráulica (-28%) como consecuencia de un año más seco que 2018. El aumento de la generación fotovoltaica y la ligera disminución de la generación renovable ha llevado el porcentaje de cobertura con la generación solar fotovoltaica sobre el total de la generación renovable del 7,6% al 9,4%, cerca del máximo ocurrido en 2017, un año especialmente seco.

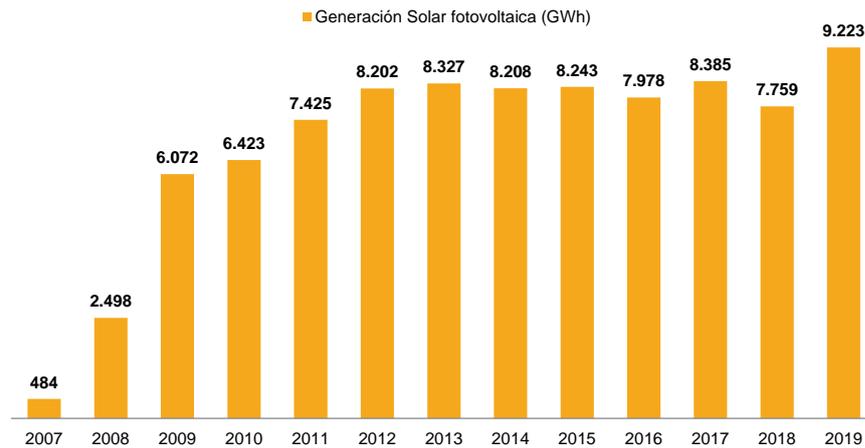
**Figura 3.** Estructura de generación de energía del sistema nacional. *Fuente: UNEF*



En España, 2020 ha supuesto el año con mayor producción de energía limpia registrada por el gestor de la red, Red Eléctrica de España (REE). Al cierre de 2020, un 46% de la generación eléctrica total producida, correspondiente con 108.818 GWh de electricidad, es de origen renovable. En este mix energético, destaca la producción eólica, con un 22,7%. Aunque, superada por la energía nuclear con un total de un 23,6 %. El ciclo combinado (17,8%), la producción hidráulica (11,9%) y la cogeneración (10,9%) continúan el listado. La energía solar fotovoltaica ha cerrado el año con una producción total de un 6,3% del total de la estructura de generación nacional (ver Figura 3). Destaca el inmenso despliegue que esta tecnología ha tenido este año 2020, con un aumento de su generación del 68,2% en comparación con el cierre de 2019 alcanzando una potencia total acumulada fotovoltaica de 11.547 MW.

Debido a las altas aportaciones de energía por parte de fuentes renovables en 2020, España ha conseguido reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 27,3% respecto al 2019, en cuanto a emisiones derivadas de la generación de electricidad. Este máximo de cuota de producción de energía verde y limpia se debe principalmente a un mayor uso del recurso natural español (viento y sol) materializado en un mayor incremento de la potencia renovable instalada.

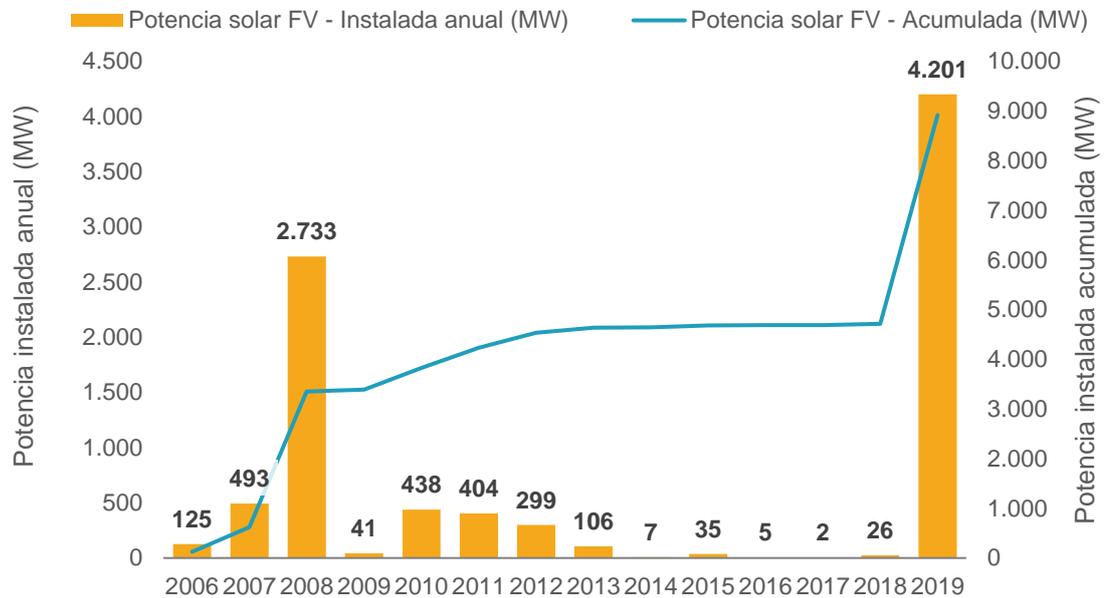
**Figura 4.** Energía Solar Fotovoltaica Generada 2007-2019. *Fuente: Red Eléctrica de España*



Según los datos del operador del sistema, Red Eléctrica de España (REE), muestran cómo en 2019 se produjo un aumento de 4.201 MW de la potencia correspondiente a energía solar fotovoltaica conectada a red, dato que no recoge las instalaciones aisladas y de autoconsumo.

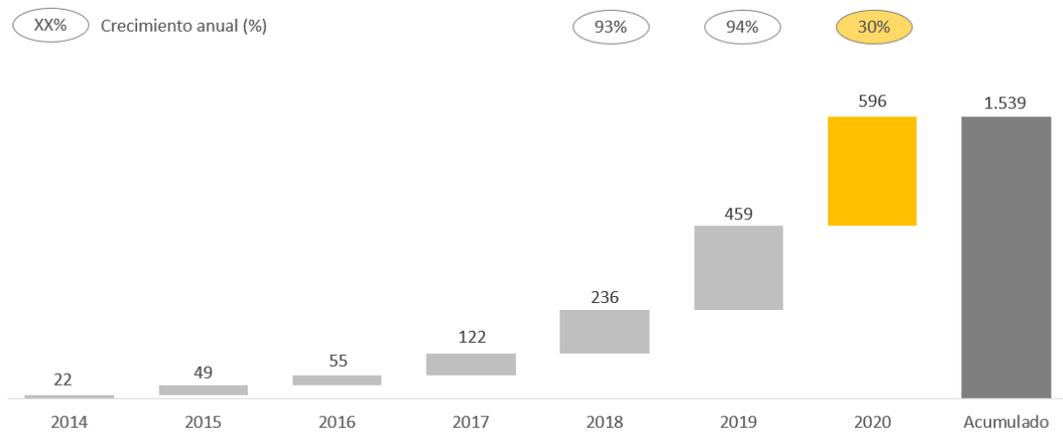
Según las estimaciones de UNEF, la potencia de autoconsumo, que incluye las instalaciones aisladas, marcó en 2019 también su récord histórico: 459 MW. Estos datos muestran un aumento significativo respecto a 2018, que se quedó según nuestras estimaciones en 262 MW, cerca ya gracias al marco regulatorio actual de autoconsumo, de los niveles en países de nuestro entorno.

**Figura 5.** Potencia instalada anual fotovoltaica (MW) y potencia solar fotovoltaica acumulada (MW) 2006-2019. *Fuente: UNEF*



En cuanto a la situación del autoconsumo fotovoltaico, según datos de UNEF (Unión Española Fotovoltaica) en 2019 se instalaron 459 MW de autoconsumo, de las cuales se estima que, alrededor de un 60% son industriales, un 30% pymes y un 10% residencial, doblando la potencia de autoconsumo instalada en el 2018, 235 MW. En 2020, UNEF realizó el mismo ejercicio, estimando la nueva potencia de autoconsumo fotovoltaico, sumando ésta 596 MW nuevos de autoconsumo, un 30% de crecimiento con respecto a la potencia instalada en 2019. Esta nueva potencia permite que España cuente en la actualidad con 1.539 MW de autoconsumo fotovoltaico.

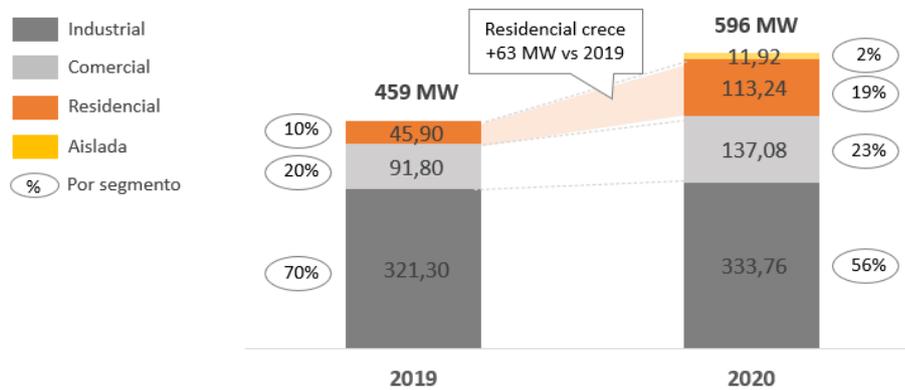
**Figura 6.** Evolución anual de la potencia instalada de autoconsumo fotovoltaico en España (MW). *Fuente: UNEF*



Esta cifra aporta una valiosa información debido al contexto en el cual se ha desarrollado el 2020: la pandemia global del COVID-19. La actividad general industrial de todos los sectores de la economía ha disminuido debido a la situación de pandemia. Esta bajada se ha visto reflejada en una menor inversión en esta tecnología por parte de las empresas y entidades, las cuales se han visto afectadas por la crisis económica derivada de la pandemia por COVID-19 y han preferido reducir gastos y centrarse en su liquidez a corto plazo. A pesar de esta situación mundial, la resiliencia de las energías renovables es cada vez más evidente, independientemente de la parada, parcial o completa, de las actividades industriales y económicas durante la primera mitad del año 2020.

En la gráfica a continuación, se aprecia cómo el principal responsable del crecimiento del 2019 fue el sector industrial, con 321 MW instalados. Esta cifra se estanca en 2020, con 334 MW instalados. Los sectores industriales, principales demandantes de las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico por sus interesantes periodos de retorno de la inversión (3-7 años), han sufrido un importante embate con el COVID y un buen número de proyectos se paralizaron o cancelaron.

**Figura 7.** Crecimiento anual del autoconsumo fotovoltaico por segmentos 2019 vs 2020 (MW). Fuente: UNEF



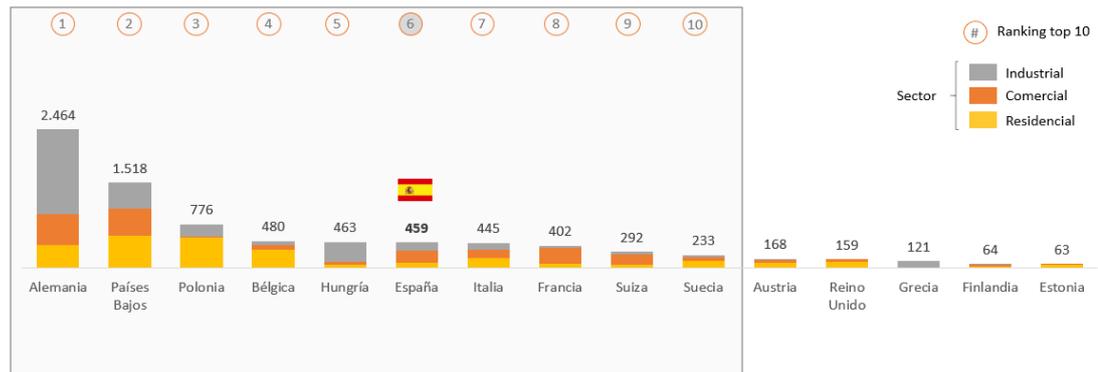
Respecto al segmento comercial, éste mejora notablemente, alcanzando los 137 MW en 2020 desde los 92 MW instalados en 2019. La gran sorpresa viene del sector residencial, que suma 113 MW en 2020, desde los 46 MW en 2019 (+63 MW), representando un 19% del total de la potencia instalada en 2020 frente al 10% del 2019. Las instalaciones aisladas, no recogidas en el análisis de 2019 de UNEF, suman un 2% en el análisis de 2020.

El sector residencial está madurando. La creciente acción comercial de las empresas está logrando que la población en general empiece a asociar una instalación fotovoltaica con un ahorro en la factura y una contribución a la sostenibilidad. A la ecuación además hay que sumarle una larga oferta de opciones de financiación y el apoyo decidido de un creciente número de ayuntamientos con deducciones fiscales en el IBI e ICIO que ayudan mucho a dinamizar el sector. Agradecimiento también especial a las ya 8 Comunidades Autónomas que eximen de licencia de obras y tramitan vía declaración responsable las instalaciones de autoconsumo sobre cubierta (Illes Balears, Cataluña, Galicia, Extremadura, Castilla León, Valencia, Islas Canarias y hasta 10 kW Andalucía).

Con 459 MW España se situó sexta en nueva capacidad de autoconsumo en 2019 en Europa. A falta de disponer de cifras actualizadas para 2020, si el

resto de países repiten sus cifras, España estaría en cuarta posición, superando a Hungría y Bélgica. Alemania, a la cabeza en 2019, instaló 3 GW de nueva capacidad.

**Figura 8.** Ranking europeo de países por nueva capacidad de autoconsumo instalada en 2019. *Fuente: UNEF, SPE*



### 3. Análisis económico del sector FV en España

El sector de la energía fotovoltaica generó un PIB directo de 2.693 millones de euros en 2018 y 3.220 millones de euros en 2019 (ver Tabla 1). Esto supone una contribución directa del 0,22% al PIB español, que se incrementa hasta el 0,26% en 2019, continuando la tendencia que se observó el año pasado. .

**Tabla 1.** Contribución del sector de la energía fotovoltaica al PIB de España, años 2018 y 2019. Millones de euros de 2018 y tasa de crecimiento en %.

*Fuente: UCLM*

	2018	2019	Tasa de crecimiento
<b>Cifra de ventas</b>	6.639	8.221	24%
<b>a) Ingresos en España</b>	4.804	5.445	13%
<b>b) Exportaciones</b>	1.835	2.776	51%
<b>Cifra de ventas</b>	6.639	8.221	24%
<b>1. Materiales</b>	3.946	5.002	27%
<b>1.1. Pagos a proveedores españoles</b>	3.129	3.828	22%
<b>1.2. Importaciones</b>	817	1.174	44%
<b>2. PIB directo</b>	2.693	3.220	20%
<b>2.1. Gastos de personal</b>	743	987	33%

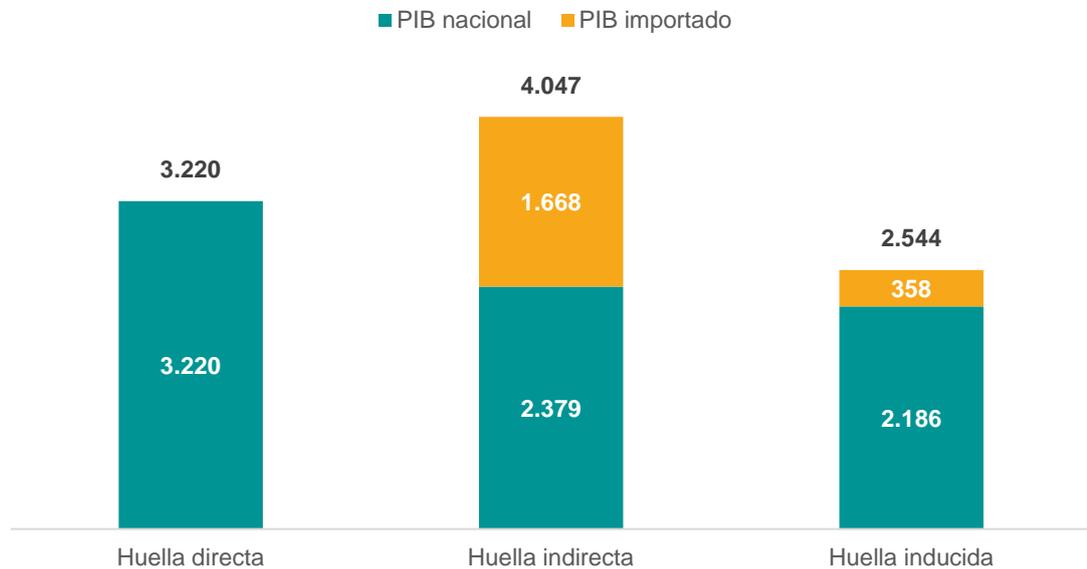
<b>2.2. Excedente bruto y rentas mixtas</b>	1.950	2.233	15%
---	-------	-------	-----

La huella económica total del sector se estima como la agregación de la generación de PIB directo, indirecto e inducido, tanto dentro como fuera de la economía nacional. En 2019 esta huella alcanza los 9.811 millones de euros, incrementándose un 24% respecto al valor de 2018 de 7.811 millones de euros.

La huella directa afecta solo al PIB nacional al cuantificar el impacto generado en la economía española, mientras que las huellas indirectas e inducidas se descomponen entre huella nacional e importada, ya que cuantifican los efectos de arrastre asociados a la compra de materiales domésticos e importados y al consumo de bienes y servicios que hacen los trabajadores del sector.

En 2019 la huella indirecta se descompone en 2.379 millones de euros a nivel nacional y 1.668 millones de euros al PIB importado. Por su parte, la huella inducida se desglosa en 2.186 millones a nivel nacional y 358 millones de euros de impacto en el PIB importado.

**Figura 9.** Huella económica nacional e importada del sector fotovoltaico español, 2019 (Millones de euros). *Fuente: UCLM*



Aunque la huella económica directa (3.220 millones) sigue siendo la que más afecta al PIB nacional, al considerar el PIB importado, la huella indirecta es mayor en términos absolutos (4.047 millones). Esto se debe a que los años 2018 y 2019 han tenido una fuerte actividad de fabricación e instalación de equipos, con una considerable importación de materiales y componentes, aumentando el efecto indirecto en el PIB extranjero. En la medida en la que los equipos y componentes fotovoltaicos de las plantas a construir en los próximos años, se fabricasen en España, se podría absorber parte de esta contribución hacia el PIB nacional.

**Tabla 2.** Huella económica (PIB) del sector fotovoltaico español (Millones de euros). *Fuente: UCLM*

Huella	2018	2019p	Crecimiento (%)
<b>Directa</b>	2.693	3.220	20%
<b>Indirecta</b>	3.203	4.047	26%
<b>Inducida</b>	1.916	2.544	33%
<b>Total</b>	<b>7.811</b>	<b>9.811</b>	26%

En el desglose por actividades, como puede observarse en la Tabla 3, los efectos de arrastre en términos de PIB (indirectos e inducidos) varían entre las diferentes secciones que agrupan a las empresas del sector. Mientras que la sección de Productores aporta más a la huella económica directa (53% del total), las secciones Fabricantes y Mixta generan una mayor huella indirecta que directa, por el mencionado efecto de compra de materiales (2019). La sección Ingenierías e instaladores genera huellas directa e indirecta en valores similares, con un ligero mayor peso de la primera.

En relación al PIB generado de forma inducida, en términos relativos es más importante el de Ingenierías e instaladores, seguido de Productores, Fabricantes y la sección Mixta, conforme la importancia del volumen de salarios pagados pierde importancia sobre el PIB generado en cada grupo de empresas.

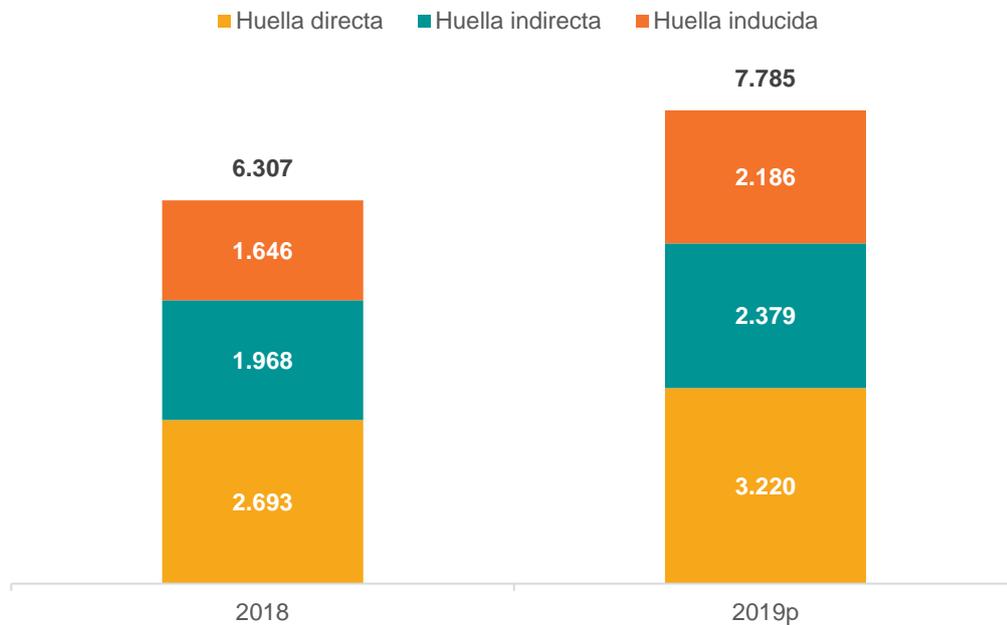
**Tabla 3.** Huella económica (PIB) por grupos de actividad (Millones de euros).

*Fuente: UCLM*

*Nota: Mixta incluye Distribuidores. Fuente: UCLM*

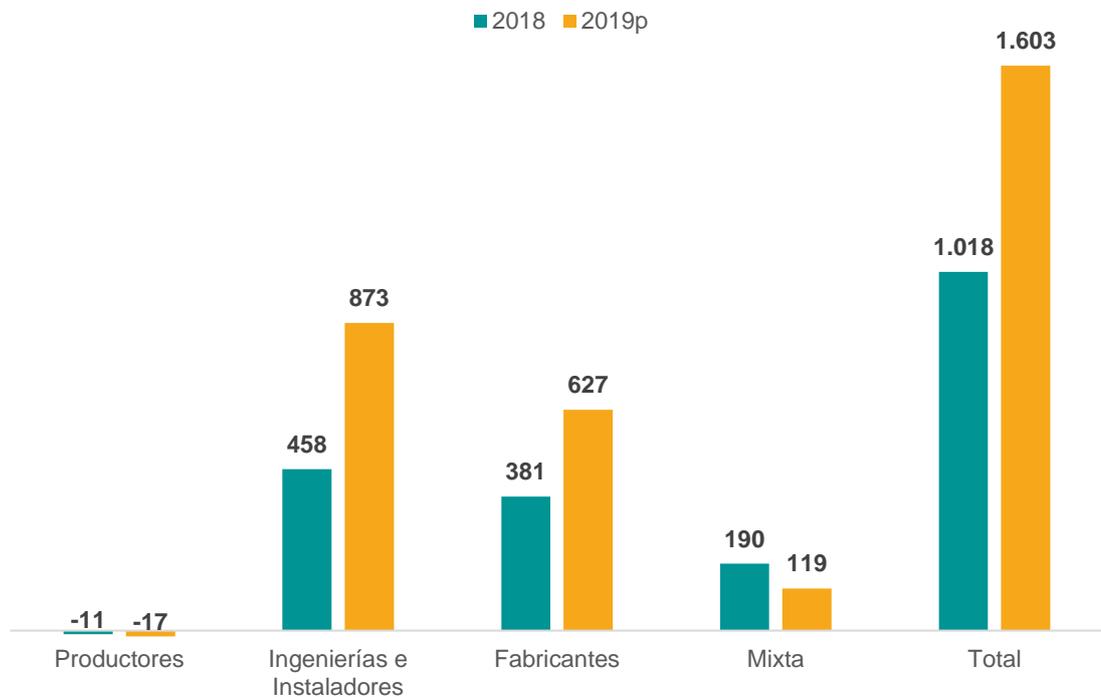
Huella	Productores		Ingenierías e instaladores		Fabricantes		Mixta		Total	
	2018	2019p	2018	2019p	2018	2019p	2018	2019p	2018	2019p
<b>Directa</b>	1.720	1.700	526	851	242	439	206	230	<b>2.693</b>	<b>3.220</b>
<b>Indirecta</b>	1.439	1.432	469	740	541	909	753	966	<b>3.203</b>	<b>4.047</b>
<b>Inducida</b>	720	692	592	965	297	540	306	348	<b>1.916</b>	<b>2.544</b>
<b>Total</b>	<b>3.880</b>	<b>3.823</b>	<b>1.587</b>	<b>2.556</b>	<b>1.080</b>	<b>1.888</b>	<b>1.265</b>	<b>1.544</b>	<b>7.811</b>	<b>9.811</b>

**Figura 10.** Contribución del sector fotovoltaico al PIB nacional (Millones de euros). *Fuente: UCLM*



Desde el punto de vista de la balanza comercial, puede observarse que el sector de la energía solar fotovoltaica en España es un exportador neto. Los datos del año 2019 superan a los del 2018 presentando un superávit de 1.600 millones de euros. La actividad que más contribuyó a este superávit fue Ingenierías e instaladores con un 54%, seguida de Fabricantes con un 39%.

**Figura 11.** Balanza comercial del sector solar fotovoltaico (Millones de euros). *Fuente: UCLM*



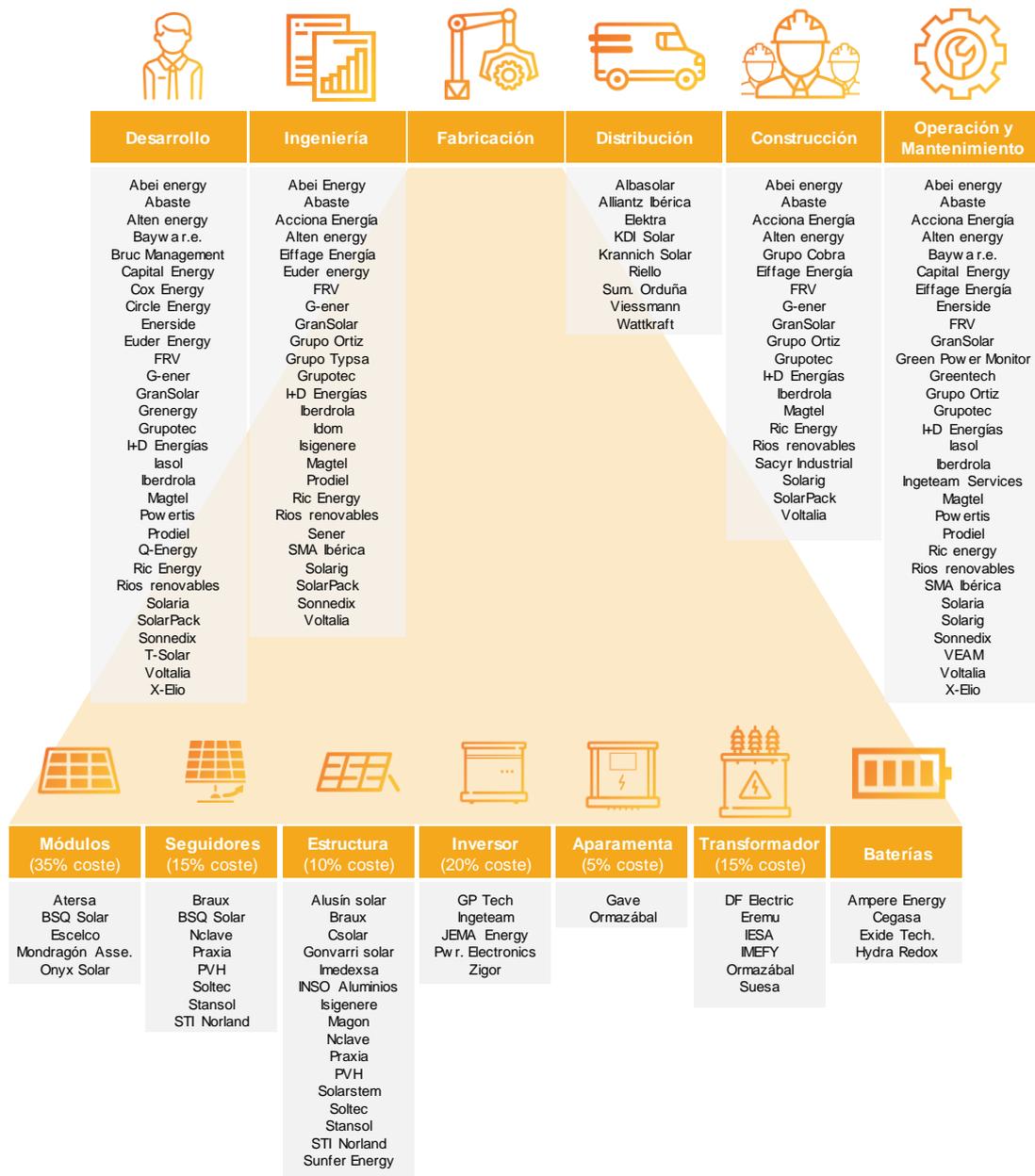
Para más información sobre la capacidad exportadora de las empresas españolas así como su actividad en el extranjero, dirigirse al documento **Estudio de Mercado y Plan de Internacionalización 2020**.

## 4. Cadena de valor del sector fotovoltaico español

En ocasiones se relaciona al sector económico asociado a la energía fotovoltaica únicamente con la fabricación de uno de sus componentes: el módulo. Sin embargo, la cadena de valor de esta tecnología es mucho más amplia.

**Figura 12.** Cadena de valor del sector fotovoltaico español. *Fuente: UNEF y sus socios*

*Nota: Los fabricantes incluidos son aquéllos con capacidad de producción nacional*



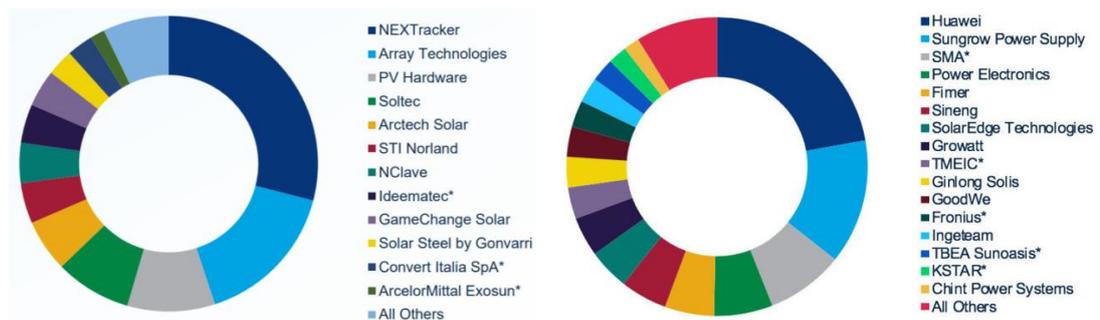
Además, el módulo cada vez tiene una participación más pequeña en el coste del proyecto (por debajo del 35%) y su fabricación tiene unos márgenes comerciales muy reducidos. En la cadena de valor fotovoltaica, aparte de fabricarse otros componentes que tienen un mayor peso en el coste final de la instalación, se tienen una gran variedad de actividades que generan crecimiento económico y empleo. Prueba de ello se puede ver en la figura 9. Adicionalmente, el mercado de fabricación de módulos se caracteriza

actualmente por una elevada sobrecapacidad y fuerte presión sobre los fabricantes para reducir precios. Como resultado, se tienen escasos márgenes y un precio decreciente, que ha llevado incluso al cierre a fábricas chinas.

Este escenario aconseja la especialización en otros elementos de la cadena de valor, cuyo peso en el coste total del proyecto será cada vez mayor. Los segmentos prioritarios serán aquellos en los que se pueda obtener una ventaja competitiva como: seguidores, electrónica de potencia, almacenamiento a pequeña y gran escala.

En este sentido, el sector industrial fotovoltaico nacional cuenta con una posición favorable al tener presencia entre los diez mayores fabricantes a nivel mundial de seguidores solares (PVH, Soltec, STI Norland, Nclave, Gonvarri) e inversores (Power Electronics, Ingeteam). Asimismo, las estructuras son una parte de la cadena de fabricación que es eminentemente local.

**Figura 13.** Ranking de fabricantes de seguidores (a) e inversores (b) fotovoltaicos en 2019. *Fuente: Wood Mackenzie*



Al contrario de lo que suele opinarse, la mayor competencia de otras zonas del mundo no está necesariamente en unos menores costes salariales sino a la existencia de un tejido industrial más fuerte promovido mediante políticas públicas que fomentan la innovación. Hoy en día la gran mayoría de procesos están automatizados, por lo que el coste de la mano de obra ha ido perdiendo

importancia como factor de éxito. Actualmente la fortaleza de la cadena de suministro es el elemento fundamental.

La transición energética solo puede plantearse por tanto como una oportunidad para la consolidación de la industria fotovoltaica nacional, como se recoge en la comunicación que acompañaba la presentación del *European Green Deal* en diciembre de 2019:

*“Lograr una economía neutra en emisiones y circular requiere la plena movilización de la industria. [...] La transición es una oportunidad para expandir una actividad económica sostenible e intensiva en empleo. El European Green Deal apoyará y acelerará la transición de la industria de la UE hacia un modelo sostenible de crecimiento inclusivo.”*

Para que pueda aprovecharse la oportunidad, deben evitarse los errores del pasado: el desarrollo del sector fotovoltaico en los próximos años debe ser constante pero estable, en lugar de un desarrollo tipo burbuja con un gran crecimiento seguido de años de inactividad.

Para ello, se requiere contar con una política de desarrollo industrial asociada a la energía fotovoltaica que permita capturar las mayores rentas para el país, en términos de empleo y crecimiento económico, derivadas de la nueva potencia a instalar. Nuestro objetivo debe ser que, en los casos en los que sea económica y técnicamente sostenible, los componentes fotovoltaicos necesarios para construir esta nueva capacidad tengan una fabricación nacional.

## 5. Mapa de Capacidades

En el mapa puede observarse cómo el sector industrial fotovoltaico se encuentra muy distribuido por todo el territorio nacional, incluyendo 35 fabricantes con capacidad de producción nacional, 13 empresas tecnológicas (o fabricantes que producen en el extranjero), 18 centros de investigación y 20 universidades con actividad docente o investigadora fotovoltaica.

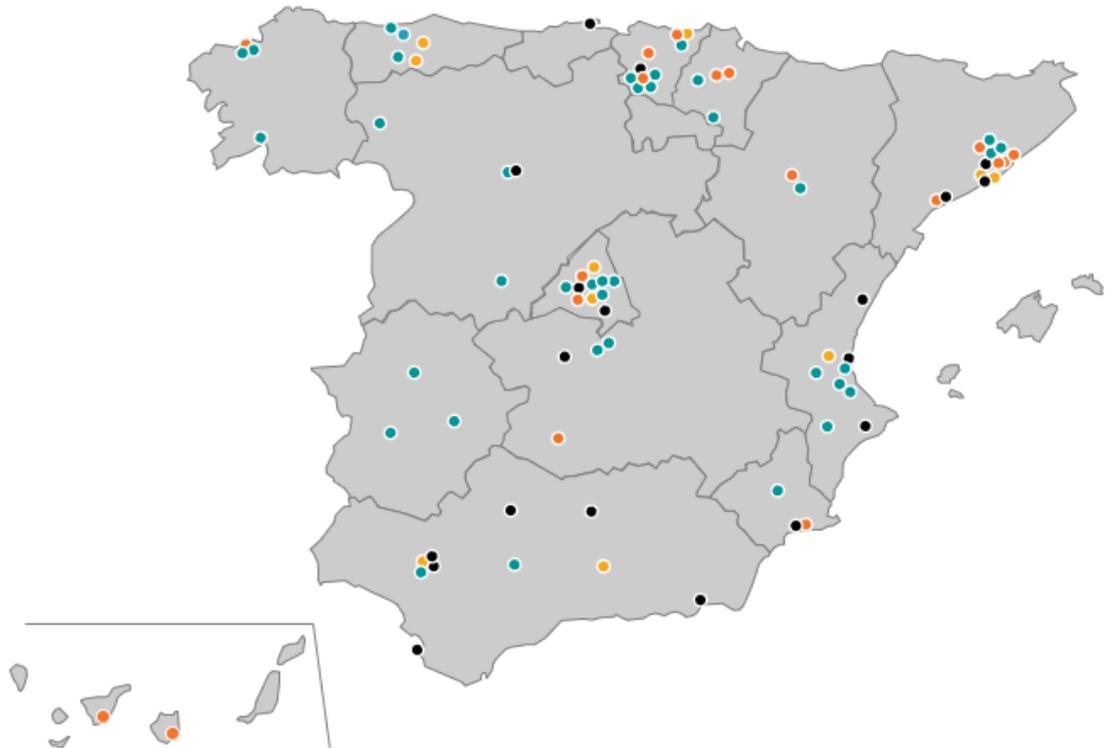
Si quiere que su empresa aparezca en el mapa de capacidades, póngase en contacto con [fotoplat@fotoplat.org](mailto:fotoplat@fotoplat.org).<sup>1</sup>

**Figura 14.** Mapa de capacidades del sector industrial FV español. *Fuente: UNEF y FOTOPLAT*

---

<sup>1</sup> Si quiere que su empresa aparezca en el mapa de capacidades, póngase en contacto con [fotoplat@fotoplat.org](mailto:fotoplat@fotoplat.org).

● Fabricantes ● Tecnólogos ● Centros de Investigación ● Universidades e Institutos



**Fabricantes:**

- Alusín Solar (Estructuras)
- Ampere Energy (Baterías)
- Atersa (Módulos)
- Aurinka (Purificación Silicio, Células, Módulos)
- Braux (Estructuras, Seguidores)
- BSQ Solar (Módulos, Seguidores)
- Cegasa (Baterías)
- CSolar (Estructuras)
- Esasolar (Estructuras, Seguidores)
- Escelco (Módulos)
- Exide Technologies (Baterías)
- Ferrosolar (Purificación Silicio)
- Gáve (Protecciones)
- Gonvarri Solar (Estructuras)
- GP Tech (Inversores)
- Hydra Redox (Baterías)
- Imedexsa (Estructuras)
- Ingeteam (Inversores)
- INSO (Estructuras)
- Isifloating (FV Flotante)
- JEMA Energy (Inversores)
- Magon (Estructuras)
- Mondragón Asse. (Cadena montaje módulos)
- Nclave (Seguidores y Estructuras)
- Onyx Solar (Paneles)
- Ormazabal (Equipamiento eléctrico)
- Power electronics (Inversores)
- Praxia (Estructuras, Seguidores)
- PVH (Seguidores y Estructuras)
- Sener (Seguidores)
- Soltec (Seguidores, Estructuras)
- Stansol (Estructuras, Seguidores y FV

**Flotante)**

- STI Norland (Seguidores, Estructuras)
- Zigor (Inversores, Baterías)
- Elinsa (módulos, potencia)

**Tecnólogos :**

- Acciona
- Binoovo Solar
- Enerjis
- Exiom group
- Green Power Monitor
- Isotrol
- Leadernet
- Phoenix Contact
- Tamesol
- Weidmüller
- Technalia
- Teknia group
- Whitewall energy

**Centros de investigación:**

- CENER
- CETENMA
- CIC Energigune
- CIEMAT
- CIRCE
- Eurecat C. Tecnológico Cataluña
- Funditec
- ICMA-B-CISC
- IK4 Tekniker
- ICIQ Instituto Catalán de Investigación Química
- IMDEA Energía
- ITER Instituto Tecnológico y de Energías Renovables
- Instituto Tecnológico de Galicia
- IREC Inst. Investigación en Energía de

**Cataluña**

- Instituto Tecnológico de Canarias
- CIDETEC
- Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología
- POLYMAT

**Universidades e institutos:**

- Escuela Politécnica Superior Universidad de Mondragón
- Instituto de Energía Solar de la U. Politécnica de Madrid
- Instituto de Materiales Avanzados Univ. Jaume I
- ISFOC, Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración
- Nanophotonics Technology Center, Politécnica de Valencia
- Nanostructured Solar Cells Group Univ. Pablo de Olavide
- Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO)
- Univ. Carlos III de Madrid
- Univ. de Almería
- Univ. de Cantabria
- Univ. de Castilla-La Mancha
- Univ. de Córdoba
- Univ. de Jaén
- Univ. Politécnica de Cartagena
- Univ. Politécnica de Cataluña
- Univ. de Sevilla
- Univ. de Cádiz
- Univ. de Valladolid
- Univ. de Miguel Hernández
- Univ. de Rovira i Virgili

## 6. Situación y retos de la tecnología fotovoltaica

Las empresas fabricantes de componentes fotovoltaicos, entre ellas muchas españolas, operan en un entorno internacional muy competitivo en el que es necesaria una innovación constante para mantener la posición comercial. La innovación contribuye al desarrollo tecnológico de los componentes de la cadena de valor fotovoltaica y a la creación de nuevos productos y servicios adaptados a lo que demandan los mercados.

La innovación en fotovoltaica se dirige fundamentalmente a la reducción del LCOE de las instalaciones, tanto para grandes plantas como para generación distribuida. Esta reducción de costes se aborda tanto con mejoras en la producción eléctrica de los sistemas, asociada principalmente a la eficiencia de conversión los módulos e inversores, como en la extensión de la vida útil de la planta, o a la reducción tanto del CAPEX como del OPEX. En el caso de la generación distribuida se busca, además de la proximidad de la producción al punto de consumo, otra serie de beneficios o valores añadidos para el usuario. En estos casos, la innovación responde también a otros retos, como la integración de la fotovoltaica en superficies o entornos en los que ha de convivir con otros usos (edificio, entorno urbano, transporte, agricultura, superficies de agua).

### 6.1. Desarrollo tecnológico en la cadena de valor

#### 6.1.1. Células Solares Fotovoltaicas

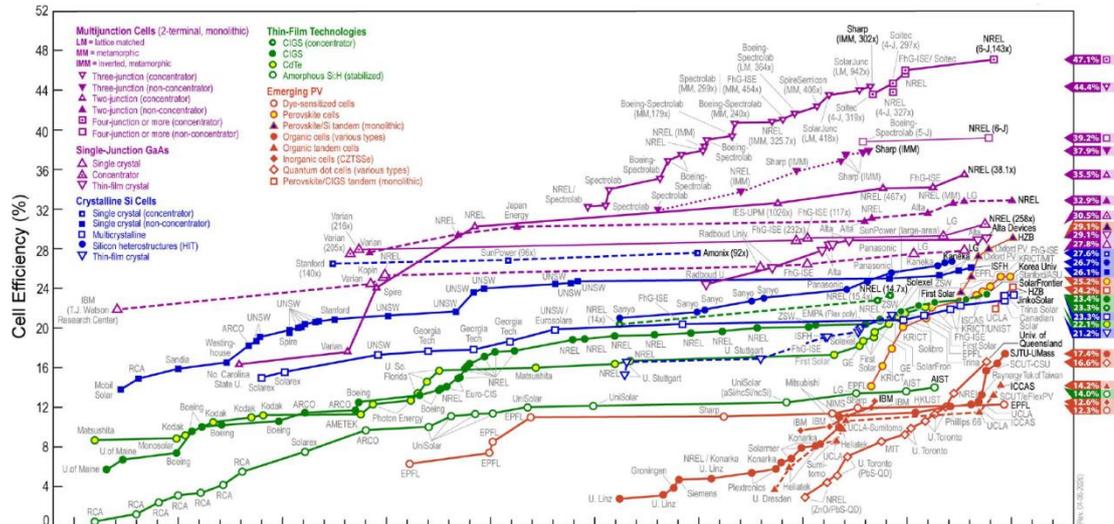
En lo referente al desarrollo tecnológico, el primer elemento de la cadena de valor es la **célula fotovoltaica**, en el que las tecnologías de silicio, especialmente policristalino, dominan más del 90% del mercado mundial. La evolución de esta tecnología ha supuesto un cambio de paradigma, reduciendo el coste de los módulos fotovoltaicos en un 90% en los últimos 10 años.

Al igual que el coste, la **eficiencia** también ha mejorado significativamente y, cada año, se han ido batiendo los récords de la “celda de laboratorio” de las distintas tecnologías, confirmándose un aumento anual de la eficiencia de las mismas en torno al 0,5% absoluto. Este incremento se ha podido mantener por la adopción por los fabricantes de la tecnología PERC, que es ya la predominante en el mercado, y se ve sostenido por otras mejoras evolutivas, como el aumento de la superficie de las obleas o el uso de células partidas por la mitad.

Como muestra la Figura 12, para silicio monocristalino está en el orden del 26% y del 23% para policristalino. La eficiencia de las células de silicio en aplicaciones comerciales es superior al 20%.

Aunque las aplicaciones de silicio siguen copando la inmensa mayoría del mercado, la innovación en células de capa fina, de perovskita o las orgánicas está arrojando resultados prometedores. Estas tecnologías permiten la construcción de material fotovoltaico ligero y flexible, para su uso en aplicaciones diversas como teléfonos móviles o en vehículos.

**Figura 15. Evolución de la Eficiencia De Laboratorio De Diferentes Células Fotovoltaicas Fuente: NREL**



Lo cierto es que hay también un cierto consenso en cuanto a qué tecnologías podrán tomar el relevo, como es el caso de las heterouniones de silicio (HJT), las células con contactos pasivados, (PERC) o incluso las células tándem (o células multiunión) que combinan dos semiconductores para absorber más eficientemente el espectro solar. Estas tecnologías también mejoran año a año su eficiencia, estableciendo nuevos récords. Además, con el crecimiento vertiginoso del fotovoltaico se hace patente la aceleración de la transferencia de estas ideas del laboratorio a la fábrica: la tecnología PERC fue concebida en los años 80 del siglo pasado y se empezó a comercializar tres décadas después; las células de heterounión de silicio se propusieron tímidamente en los 90 y es ahora cuando van ganando cuota de mercado; las de contactos pasivados fueron desarrolladas en el laboratorio hace unos diez años y ya están presentes en el mercado. Las tándem, a las que se está dedicando mucho esfuerzo, serán realidad comercial más pronto que tarde.

**Figura 16.** Cuotas del mercado mundial en 2019 para diferentes tecnologías de célula. *Fuente: ITRPV 2019*

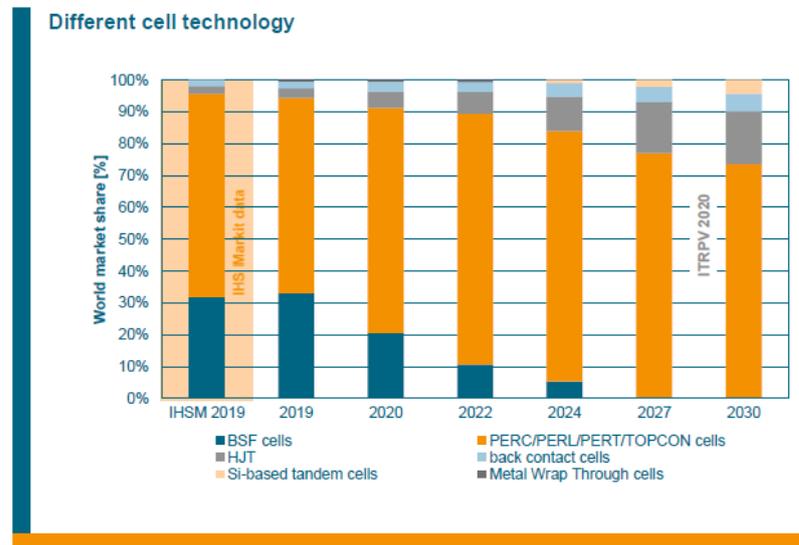


Fig. 39: Worldwide market shares for different cell technologies. IHS Markit data are indicated for 2019 as reference for 2019 [19].

Algunas de estas tecnologías, que ya están en el mercado (PERC y HJT, entre otras), pueden atrapar la luz por ambos lados, lo que permite fabricar células y módulos bifaciales que generan electricidad por la exposición tanto de la parte frontal como de la parte trasera. Así, si la superficie sobre la que se instalan es reflectante, la eficiencia puede aumentar hasta un 30%. Por sus características, esta solución tiene un gran potencial en grandes plantas en suelo en regiones desérticas (Oriente Medio, Asia Menor, norte de Chile, etc.). Además, estos módulos bifaciales se pueden utilizar en estructuras verticales como las pantallas acústicas en autopistas y vías de tren o en otras aplicaciones.

**Figura 17.** Cuotas del mercado mundial en 2019 para tecnologías de célula bifacial. *Fuente: ITRPV 2019*

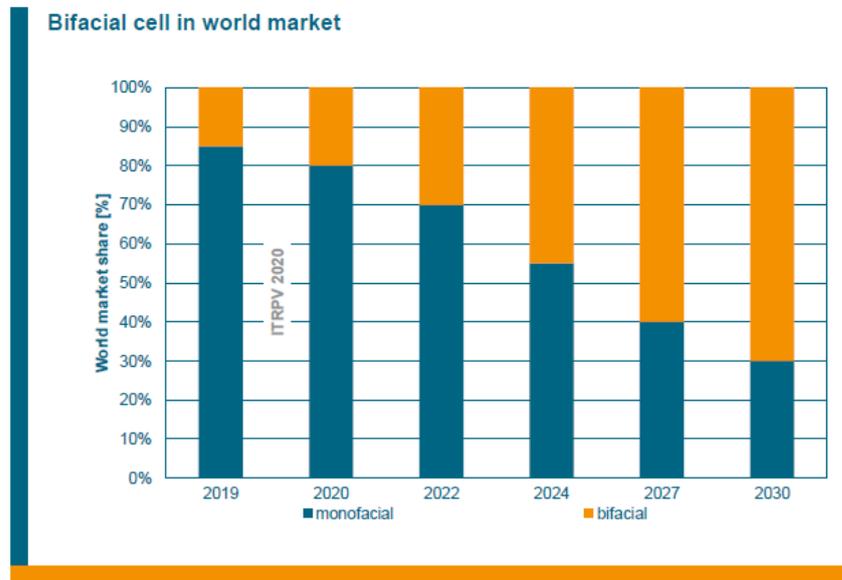


Fig. 40: Worldwide market shares for bifacial cell technology.

Claramente se trata de un sector focalizado en Asia, que no volverá a Europa si no hacemos una apuesta estratégica verdaderamente decidida por ello. Pero eso no puede ocultar el hecho de que en España contamos con grupos de investigación y empresas con una larga trayectoria, con resultados muy relevantes en ámbitos diversos, con proyección internacional y, sobre todo, con un conocimiento consolidado, que siguen generando nuevas ideas y buscando nichos donde ponerlas en práctica.

Apoyar esos desarrollos, y hacerlo en el marco de una estrategia de industrialización fotovoltaica que cubra toda la cadena de valor, es la única vía para ser productores de tecnología, y no sólo consumidores de la misma.

### 6.1.2. Módulos Fotovoltaicos

En lo que se refiere a **las tecnologías de módulo**, hay una continua evolución asociada a las necesidades de reducción del LCOE y de integración en nuevas superficies y usos antes mencionadas. Las innovaciones se adoptan desde el diseño de nuevos conceptos de módulo, ya sea para obtener una mayor potencia específica o una mayor durabilidad; de los materiales encapsulantes y protecciones delanteras y traseras, para hacerlos más resistentes a ambientes específicos o más ligeros o adaptables a geometrías o formas de uso particulares; la incorporación de capas con funcionalidades específicas (antireflectantes, resistentes a la abrasión, antiensuciamiento o fácilmente limpiables); nuevos procesos de fabricación que permitan una mayor productividad incorporando herramientas de robótica, digitalización, sensorización, control y analítica de datos; o la integración de dispositivos electrónicos que permitan obtener la máxima potencia en condiciones concretas de uso.

En muchos casos, las tecnologías de módulo evolucionan a medida que lo hacen las nuevas células adaptando los conceptos, diseños y procesos de fabricación a las particularidades de cada tipo de célula (shingling, bifaciales, HJT, tándem, PERC, multiunión, etc) y a la disponibilidad de nuevos tamaños y formas de conexionado. En este sentido, en cuanto a procesos de conexionado, se están desarrollando métodos que utilizan adhesivos conductores eléctricos en sustitución la soldadura convencional o se trabaja en la optimización de los sistemas conocidos como multiwire o smartwire.

### **6.1.3. Estructuras y seguidores**

No menos importantes son las **estructuras y seguidores**, Por un lado, hay una tendencia de incremento en la instalación de seguidores con un crecimiento global del 20% en 2019. Los seguidores se están incorporando también a instalaciones con módulos bifaciales para aumentar el rendimiento de los sistemas por ambas vías.

Por otro lado, existe un campo de gran recorrido para la innovación en la adaptación de estructuras y seguidores a los nuevos requerimientos que se dan en las plantas fotovoltaicas flotantes y en aquellas que buscan el uso simultáneo del suelo para cultivo y fotovoltaica. En el primer caso, las estructuras de soporte de los módulos se tienen que adecuar a la necesidad básica de flotación y a las condiciones corrosivas de los ambientes acuáticos. En el segundo, la convivencia con el cultivo exige un aprovechamiento diferente de los espacios, nuevas configuraciones en altura y sistemas de seguimiento que permitan un balance óptimo entre producción agrícola y energética.

#### **6.1.4. Convertidores de Potencia y Gestión Energética**

En lo referente a los **convertidores de potencia**, los principales retos tecnológicos son reducir los costes, aumentar la eficiencia, la densidad de potencia y la fiabilidad de los equipos, e incorporar nuevas funcionalidades de monitorización y comunicación de cara a la digitalización del generador fotovoltaico. De acuerdo al rango de potencia, se diferencian tres aplicaciones tecnológicas: inversores string, inversores centrales y electrónica a nivel módulo (microinversores y optimizadores de potencia). Los primeros son los que se utilizan en instalaciones de autoconsumo de pequeña potencia (sector residencial y servicios). Los inversores centrales se utilizan en instalaciones de autoconsumo de mayor potencia (sector industrial) y plantas en suelo. En esta aplicación es donde la reducción de costes es aún más importante si cabe, con precios por debajo ya de 0,1€/Wp. Por último, se tienen la electrónica integrada en el módulo, empleadas en aquellas aplicaciones con condiciones de operación heterogéneas.

Relacionado con los convertidores de potencia, no menos importante es la **gestión energética** que permite integrar al generador fotovoltaico en el sistema eléctrico, **hibridándolo con almacenamiento eléctrico y térmico**. De este modo, se permite aumentar la rentabilidad de los sistemas FV de autoconsumo al acoplar generación y demanda y ofrecer en grandes plantas

nuevos servicios de regulación de la generación que permitan participar en el mercado eléctrico suministrando una energía con mayores estándares de seguridad y calidad. Los retos específicos relacionados con la gestionabilidad en sistemas distribuidos y de autoconsumo se describen con detalle en el apartado 6.2.6.

### **6.1.5. Operación y Mantenimiento (O&M)**

En un escenario de alta presión por los costes (CAPEX, LCOE) y por obtener la máxima producción eléctrica a lo largo de toda la vida útil, surge como una actividad de gran importancia la operación y mantenimiento de las plantas FV. A pesar de que el coste de los contratos de O&M se han reducido más del 50% en los últimos 5 años debido a una mayor oferta y especialización y, sobre todo, al interés por los propietarios de obtener el máximo rendimiento económico a la planta, hay todavía una gran variación en los precios que ofrecen los proveedores y un potencial de reducción de costes en O&M (OPEX) muy alto. Los principales conceptos de gasto corresponden al mantenimiento preventivo (periódico, previsto con antelación) y al mantenimiento correctivo (actuaciones una vez se produce un fallo en la planta FV).

Se reconoce en el sector que existe todavía mucho margen de mejora, que pasa por aplicar nuevas tecnologías y la innovación en aspectos clave para la O&M como son la digitalización, aplicada a análisis de datos de monitorización (data analytics) y a la detección prematura de fallos, a la interpretación de imágenes en campo (p.e. de drones) o al uso de técnicas que mejoran la eficacia de las actuaciones en campo (p.e. a través de la realidad aumentada). Es necesario investigar en los procesos de degradación que se producen y van a producir en las nuevas tecnologías de paneles FV (PERC, HJT, tandem...), en aspectos que provocan una reducción en la producción, como la suciedad en los paneles, el efecto del UV en el envejecimiento de los mismos, etc.

## 6.2. Fotovoltaica en Aplicaciones

La energía solar fotovoltaica se ha convertido en muchos lugares del mundo en la tecnología de producción de electricidad más barata, en muchos casos por debajo del precio mayorista de la electricidad. Esta reducción tan sorprendente de costes, junto con los avances tecnológicos en toda la cadena de valor, hacen posible el concepto de *electricity everywhere*, electricidad allí donde se necesite.

El mercado de la FV tiene dos grandes aplicaciones: a) las grandes plantas, donde el objetivo es la producción de electricidad a gran escala y con el LCOE más bajo posible; b) la generación distribuida, donde se busca, además de la proximidad de la producción al punto de consumo, otra serie de beneficios o valores añadidos para el usuario. Un beneficio común en todas estas nuevas aplicaciones distribuidas (integración en el edificio, integración en el transporte, integración en elementos de mobiliario urbano, FV flotante, FV en agricultura) es la integración de la FV sobre superficies que tienen su propia función y se convierten de esta forma en generadores de electricidad.

Para conseguir una buena integración, es necesario apostar por nuevos desarrollos en: a) nuevos materiales y procesos de fabricación (p.e. encapsulantes, capas protectoras, estructuras multifuncionales, laminados en sustratos varios, etc); b) integrar las nuevas tecnologías de células FV (shingling, bifaciales, HJT, tándem, PERC, multiunión...) en nuevos diseños de módulo que se adapten a las características de los productos o de las superficies en que se integran, más ligeros, más estéticos, con mayor densidad de potencia, etc; c) dispositivos electrónicos adaptados a las particularidades de las aplicaciones, que permiten obtener la máxima potencia y d) sistemas anexos específicos para aplicación (estructuras, sistemas flotantes, ...)

Adicionalmente, es necesario diseñar una buena estrategia de gestión energética para optimizar el uso de la energía generada dimensionando adecuadamente el sistema y explorando la flexibilidad que ofrecen las cargas.

### **6.2.1. Integración fotovoltaica en edificio (BIPV) y entorno urbano.**

La fotovoltaica integrada en la edificación o BIPV (Building Integrated Photovoltaics) consiste en sustituir elementos tradicionales de construcción (tejas, ventanas, lucernarios, muros cortina, fachadas ventiladas, ...) por otros que tengan incorporados células fotovoltaicas,

La BIPV facilita la implantación de la fotovoltaica en las ciudades, donde el espacio disponible es limitado y constituye una tecnología fundamental para llegar a edificios de consumo de energía casi cero (Near Zero Energy Buildings, NZEBs), uno de los objetivos de la política europea de eficiencia energética.

Los elementos constructivos fotovoltaicos tienen funciones adicionales a las constructivas como la generación de electricidad, que permite recuperar el coste de la inversión de elementos que tradicionalmente no son amortizables, pero deben integrarse arquitectónicamente, no solo de forma estética (color, textura, formas, superficie,...) sino que además de cumplir con las normativas fotovoltaicas propias y las de construcción del elemento al que sustituyen.

Algunos de los retos tecnológicos de la BIPV son que la orientación y la inclinación de la envolvente del edificio no siempre son las óptimas para maximizar la producción; las instalaciones pueden estar afectadas por sombras parciales provocadas por construcciones cercanas, con la consecuente reducción de rendimiento y/o complejidad en los sistemas electrónicos necesarios para maximizar la energía; o el posible sobrecalentamiento de los módulos FV integrados, lo que lleva a una pérdida de rendimiento (alrededor del 0,4%/°C para los módulos del silicio cristalino).

En este segmento, aunque ya existen empresas españolas con aplicaciones comerciales, continúa el desarrollo tecnológico. Además, la tecnología BIPV aún necesita superar algunas barreras para acceder al mercado, principalmente relacionadas con la flexibilidad en diseño y consideraciones estéticas, falta de herramientas de integración de la tecnología fotovoltaica con el rendimiento del edificio, demostración de la fiabilidad a largo plazo de la tecnología, interacción inteligente con la red y rentabilidad.

**Figura 18.** Ejemplo de Integración fotovoltaica en fachada ventilada en las instalaciones de TECNALIA (San Sebastián). *Fuente: Tecnalia*



### 6.2.2. Integración fotovoltaica en la movilidad (VIPV)

Las emisiones en el transporte han crecido un 25% desde 1990, siendo este el único sector donde se ha producido incremento. La situación de emergencia medioambiental y de sostenibilidad del planeta, el cambio climático, la descarbonización de la sociedad, hacen que la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte sea necesaria.

El Vehículo Eléctrico (VE) permite un cambio de paradigma, puesto que la carga de las baterías puede ser gestionadas, permitiendo una mayor penetración de fuentes de Energía renovable (variable, no gestionable) en el mix eléctrico, y esta mayor penetración de las ER es imprescindible para la descarbonización del sector.

Habitualmente, la energía FV integrada en el vehículo se usa para alimentar consumos auxiliares (A/C, luces, cargadores). Pero con la mejora de eficiencias en las células, materiales, soluciones de integración y reducción del consumo de VE, la FV contribuye a la autonomía o bien a reducir el peso de la batería del VE. En I+D para esta aplicación de la FV integrada en vehículos es importante:

- Incorporar nuevas tecnologías de célula y materiales para conseguir módulos más ligeros y adaptables a las formas del vehículo y que puedan satisfacer los requerimientos estructurales
- FV en movimiento: cambio rápido de la curva I-V, lo que requiere de algoritmos MPPT muy rápidos y adaptables a estas condiciones
- La FV se debe adaptar a las formas curvas del VE: desadaptación en las curvas I-V de los paneles, necesidad de dispositivos electrónicos para conversión DC/DC y lay-out específico
- Sombras en diferentes zonas del vehículo: mismas necesidades que en el caso anterior
- Estética de la superficie: células con back contact
- Reparación en caso de rayones, pequeños impactos
- Reciclaje de componentes en el automóvil
- Limpieza de carrocería: algunas veces, productos abrasivos

La integración de la FV para la movilidad también se puede realizar en la infraestructura asociada a los medios de transporte (estaciones de recarga, marquesinas, parkings, carreteras, traviesas de tren, paneles acústicos, ..).

Los retos tecnológicos para este tipo de instalaciones son similares a la BIPV. Otra aplicación que está despertando interés son las barreras acústicas, debido al uso de módulos bifaciales que permiten sacar mayor rendimiento a una instalación en vertical.

**Figura 19.** Ejemplo de Integración fotovoltaica en marquesina de aparcamiento de coches en Zurich (Suiza). *Fuente: Proyecto PVSITES*



### 6.2.3. Fotovoltaica en la agricultura (AgriPV)

Según un estudio de la Universidad Estatal de Oregón “los lugares más productivos de la Tierra para la energía solar son los terrenos agrícolas” y, además, “si menos del 1% de la tierra agrícola se convirtiera en paneles solares, sería suficiente para satisfacer la demanda mundial de energía eléctrica”.

La aplicación de la fotovoltaica en la agricultura (AgriPV) propone el desarrollo de sistemas de producción de energía solar fotovoltaica, en combinación armónica y optimizada con la producción agrícola, de forma que permita el desarrollo de actividades agrícolas normales de manera simultánea a la generación de energía solar in situ, especialmente adecuada para zonas donde las plantas FV compiten por el mismo espacio con los cultivos.

Otras ventajas de la AgriPV son que: permite crear una microrred para consumo en sitios remotos y sin red; reduce a la vez, el consumo de agua de los sistemas agrícolas (al evitar la evaporación); reduce la incidencia de estrés radiactivo (fotoinhibición y golpes de sol) y protege los cultivos del impacto de las heladas y el granizo, con lo que en algunos casos aumenta la producción del cultivo.

AgriPV se puede aplicar principalmente en dos ámbitos diferenciados: invernaderos y cultivos a cielo abierto.

Los retos de incluir la FV en cultivos a cielo abierto: cálculo de las estructuras (altura, anchura, separación) de forma que permitan que los cultivos crezcan, la maquinaria agrícola tenga acceso y existan flujos de aire; desarrollo de algoritmos que orientar los paneles para regular la radiación solar (o para proteger los cultivos de heladas, granizos, radiación excesiva) teniendo en cuenta los modelos de crecimiento de cada cultivo y las condiciones climáticas ideales para cada uno de ellos.

Los retos para incluir la FV en los invernaderos serían: integración de la FV en la estructura del invernadero de forma que se adapte a sus formas y con materiales que soporten las condiciones de temperatura, humedad y de componentes químicos del invernadero; integración de la FV en la gestión energética del invernadero; desarrollo de soluciones que permitan regular la cantidad de radiación solar que entra en el invernadero en función de la época del año.

**Figura 20.** Ejemplo de Integración fotovoltaica de concentración en un invernadero con tecnología Eclipse en Derio (Vizcaya) *Fuente: Tecnalia*



#### 6.2.4. Fotovoltaica flotante (FPV)

Se denomina Fotovoltaica Flotante a las instalaciones FV realizadas sobre láminas de agua, apoyándose en estructuras flotantes. La FV flotante es una alternativa a las grandes plantas solares terrestres con un gran crecimiento actual y futuro. Este tipo de instalación podría convertirse en los próximos años en un tercer subsector del mercado fotovoltaico además de las plantas en suelo y los sistemas de autoconsumo, por el potencial de desarrollo en embalses y espacios desnaturalizados como canteras. Según el Instituto de Investigación de Energía Solar de Singapur (SERIS), la potencia instalada acumulada de la fotovoltaica flotante es superior a 1 GW, sobre todo gracias a instalaciones en China, Japón, Taiwán y Corea del Sur. Sin embargo, se están desplegando también proyectos en Europa (Países Bajos, Francia, Suiza) y en España. Además, según el informe del WorldBank de Noviembre

2018 destacaban este potencial de crecimiento: “bajo el supuesto conservador de que la energía FV flotante ocupara solo el 1% de los reservorios de agua dulce artificiales del mundo, se llegaría a una capacidad instalada de 400 GW”. España ocupa el 10º puesto mundial en agua embalsada y el primer puesto por habitante, por lo que tenemos un gran potencial todavía sin explotar.

**Figura 21.** Ejemplo de estructuras y planta fotovoltaica flotante. *Fuente: ISIGENERE*



Existe actualmente una gran variedad de ubicaciones y usos de las plantas fotovoltaicas flotantes, cada una con sus peculiaridades y retos tecnológicos, como instalaciones FV sobre reservorios de agua dulce artificiales: embalses industriales; estanques de regadío; depósitos de tratamiento de aguas; granjas de acuicultura; embalses agua potable; lagos en canteras / minas; central hidro-eléctrica; estanque de desalinización; canales (FPV1.0); instalaciones piloto híbridadas con instalaciones hidroeléctricas; instalaciones en mar en zonas costeras resguardadas (islas) (FPV2.0); y pruebas de concepto como instalaciones off-shore aisladas o híbridadas con eólica off-shore que alimentan nuevos modelos de negocio de la “economía azul”.

La fotovoltaica flotante ofrece toda una serie de retos y oportunidades para nuevos desarrollos en materiales, tecnologías y diseños: nuevas

configuraciones de módulos y materiales más resistentes a las condiciones específicas de funcionamiento en medios acuáticos, específicamente marinos de alta corrosividad, sistemas de flotación de coste reducido y elevada durabilidad, seguidores flotantes, sistemas de fondeo, amarre mecánico y conexionado eléctrico, sistemas integrados (HW/ FW) para control y conversión de potencia adaptados a las características de la FV flotantes, desarrollo de estrategias de mantenimiento, etc. También será relevante en este caso la realización de estudios que permitan valorar la influencia de este tipo de plantas en el medio en el que se instalan y el desarrollo de soluciones que favorezcan el mantenimiento de los ecosistemas.

El sector es muy dinámico y aún un gran número de actores del mundo fotovoltaico y de la industria marítima.

#### **6.2.5. Generación de hidrógeno**

Coincidiendo con la publicación en España del documento PNEIC y de la Hoja de ruta del hidrógeno, se dibuja un escenario para el desarrollo del vector energético hidrógeno muy interesante. Con el objetivo de impulsar la economía del hidrógeno, se van a desarrollar proyectos en fase demostrativa a partir de la tecnología disponible buscando la apertura de nuevos caminos, ligados a la descarbonización de la economía. Asimismo, la Comisión Europea lanzó en el año 2018 el Foro Estratégico para los proyectos de interés común europeo con el objetivo de establecer una metodología que permitiese identificar las cadenas de valor estratégicas industriales para la UE. Este Foro, compuesto por asociaciones, grupos de interés y Estados Miembros, y presidido por la Comisión Europea, decidió que el hidrógeno verde debía considerarse una cadena de valor estratégica industrial para Europa. Además para apoyar esta cadena de valor industrial, la CE está impulsando la iniciativa IPCEI "Important Project of Common European Interest" y entre ellos hay seleccionados 19 proyectos con hidrógeno.

El apoyo temprano de este perfil de proyectos permitirá desarrollar su competitividad, en la misma línea que están desarrollando otros países de nuestro entorno. Así, deben fomentarse otros usos finales para el hidrógeno en aquellas áreas en las que la electrificación no sea la solución más eficiente o no sea técnicamente posible en el medio plazo, como el transporte público, servicios urbanos o usos diversos en nodos de transporte intermodal como puertos, aeropuertos o plataformas logísticas.

Pero uno de los espacios que va a cubrir con clara vocación para la gestionabilidad de la generación variable, propia de las renovables, a medio plazo, es la de almacenar grandes cantidades de energía eléctrica donde el hidrógeno puede jugar un papel esencial.

La mayoría de los proyectos demostrativos avanzan en la dirección de adquirir, construyendo en España parte de los equipos, electrolizadores europeos, de tamaño medio-grande superior a los cientos de MW, y es donde se han concentrado el mayor esfuerzo de innovación. Esto es, una vez producida la energía eléctrica con los sistemas fotovoltaicos, p. ej., ésta se utiliza para hidrolizar el agua, con lo cual la cadena de eficiencia aumenta considerablemente. La idea que persiguen es almacenar la energía solar producida a lo largo de 6-10 horas y alcanzar un cierto aplanamiento de la producción para su reinyección a red por medio de celdas de combustibles, también del tamaño de cientos de MW. Es decir, en la situación actual de estas tecnologías el reto es el tamaño y la eficiencia de los procesos.

Una vía alternativa para la producción eficiente de H<sub>2</sub> verde y con gran recorrido para la realización de proyectos de I+D+i es el desarrollo de células foto-electro-química (CFEQ) que permitan la conversión directa de la energía solar en la superficie de electrodos semiconductores.

#### **6.2.6. Gestionabilidad, almacenamiento e integración de red y digitalización**

Todas las aplicaciones anteriores de la energía solar fotovoltaica requieren de herramientas que la hagan más gestionable, tanto en grandes plantas como en generación distribuida, más aún cuando pueden coexistir los sistemas FV con sistemas de almacenamiento eléctricos y/o térmicos; para conseguir unos costes de electricidad competitivos con los precios actuales del mercado.

Frente a las grandes plantas, el autoconsumo FV propone una implantación masiva y un cambio del modelo direccional hacia una nueva red bidireccional. Este tipo de red requiere nuevos códigos de interconexión, con nuevas posibilidades de alcanzar beneficios adicionales para la comunidad de energía (*Energy Community*) como: la gestión inteligente de las redes, la mejora de la eficiencia del sistema, aumento de la seguridad y, en suma, la participación de nuevos agentes que mejoran la competitividad. Por tanto, el desarrollo de los equipos para el autoconsumo de los cuales en el futuro habrá millones interconectados, requiere dos esfuerzos de innovación simultáneos: (1) reducción de costes y (2) aumento de calidad y seguridad del suministro y esto implica innovación en las funcionalidades de los equipos tanto del lado de la generación como de inyección a red.

Por otra parte, los equipos de almacenamiento de energía (baterías) que permitan una optimización y de acoplamiento entre la generación y el consumo con un óptimo excedente vertido a red, es una línea de I+D+I demandada por muchos sectores de las energías renovables, pues se busca la regulación para acoplar y coordinar la demanda a la oferta. Esta línea de trabajo es común a muchas tecnologías renovables y no renovables y requiere un gran esfuerzo de investigación.

En cuanto a la digitalización, hoy en día se evidencia en los llamados dispositivos conectados (contadores inteligentes, sensores de red en tiempo real) que proporcionan una cantidad ingente de datos (*internet of things*, IoT). Se utilizan diferentes herramientas de analítica de datos (*data mining*, *machine learning*, y gemelos digitales entre otras) para generar información que ayude a los operadores de la red y agentes varios a mejorar la eficiencia

del mercado energético, y la conectividad permite el intercambio masivo de datos entre humanos, dispositivos y máquinas a través de las redes de comunicación digitales. En el medio plazo, la digitalización va a permitir que millones de hogares puedan participar activamente en la gestión automática de la demanda, en tiempo real, incluyendo los vectores eléctrico y el H&C, en los que la solar FV jugará un papel clave, y por otra parte, permitirá la agregación de diferentes fuentes de generación, para por ejemplo recargar vehículos eléctricos, baterías, etc. contribuyendo también a la consecución del objetivo de edificios de consumo casi nulo (nZEB).

En resumen, la gestión energética, la generación FV y su almacenamiento, serán de vital importancia para conseguir estos retos alrededor del sistema energético mundial

## 7. Proyectos de I+D+i de entidades y empresas españolas

El presente capítulo ofrece una recopilación de iniciativas y proyectos de I+D+i en los que participan empresas, centros tecnológicos y grupos de investigación de universidades españolas.

Se trata de una recopilación bastante completa aunque no exhaustiva, que se ha realizado a partir de diversas fuentes: mediante consulta directa a los socios de FOTOPLAT y a otras organizaciones, a partir de datos de proyectos de financiación pública facilitados por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), así como información disponible por algunas Agencias de las CCAA.

La consulta directa a las empresas y organismos de I+D+i se realizó de forma directa desde las herramientas de la plataforma. La información expuesta puede, por tanto, resultar incompleta ya que su disponibilidad ha estado condicionada a la respuesta de las entidades consultadas.

La información de los proyectos identificados se recoge de forma resumida en la Tabla 4. Se han identificado más de 130 proyectos en curso, participados por 185 entidades españolas. Los datos se han estructurado de acuerdo a criterios de la cadena de valor, según se describen en el apartado 6 de este documento. Para facilitar la comprensión, los datos correspondientes a proyectos relacionados con el punto 6.2.6 se han incluido en el punto 6.1.4. Además, se han incluido datos de proyectos de tópicos más generales como Infraestructuras y Aspectos Socio Ambientales.

El análisis de los resultados ofrece un balance desigual en cuanto al perfil de las entidades participantes en las diferentes partes de la cadena de valor. La investigación en materiales, células y módulos se realiza en gran medida desde los grupos e institutos universitarios y desde los centros tecnológicos,

aunque hay una participación significativa de las empresas fabricantes de módulos o de maquinaria y líneas de fabricación de módulos, en la medida en que los proyectos se sitúan en TRLs altos o son específicos de tecnologías de módulos. En contrapartida, los proyectos en estructuras y seguidores, convertidores, gestión energética y O&M, así como los de integración de la FV en aplicaciones, se traccionan mayoritariamente desde las empresas de la cadena de valor. No obstante, la mayoría de ellos cuentan con un apoyo o participación de organismos de I+D+i, lo que muestra la efectividad de una red establecida de contactos entre las necesidades de la industria y la orientación de los grupos de investigación. En particular, la presencia de organismos de I+D+i en estas categorías de proyectos vuelve a ser relevante en temáticas relacionadas con tecnologías para la digitalización.

En contrapartida, aunque existen ciertos proyectos de infraestructuras, para la puesta en común de infraestructuras existentes o el desarrollo de nuevas infraestructuras singulares, se echa en falta un cierto peso de este tipo de iniciativas que sobre todo se dan en el ámbito europeo. Igualmente es notable la falta de proyectos que permitan llevar a demostración a una cierta escala los nuevos desarrollo y tecnologías.

Es destacable el incremento significativo de proyectos de I+D+i con financiación pública y participados por entidades españolas que se ha producido en el último ejercicio (2020).

En 2019, las diferentes agencias nacionales financiaron 14 proyectos en los cuales participan 14 entidades españolas de las cuales 4 son miembros de FOTOPLAT. De estos proyectos, 13 son de Investigación y Desarrollo y uno se adscribe al programa NEOTEC. Además, se obtuvo un proyecto H2020 (HIPERION, participado por UPM y Mondragon Assembly S.Coop. ambos socios de FOTOPLAT) en la convocatoria LC-SC3-RES-15-2019. Hubo también 3 proyectos aprobados en convocatorias internacionales con financiación nacional, como EUROSTAR, INNOGLOBAL y SolarERANET, en

los que, a través del CDTI, se ha financiado a 5 entidades españolas de las cuales 3 son miembros de FOTOPLAT.

Estos datos hacen referencia a proyectos directamente relacionados con la temática fotovoltaica. No recogen, por tanto, la información de otros proyectos de temática más amplia o más transversales, en los que la fotovoltaica es un capítulo entre otros.

En 2020 el número de proyectos y participación de entidades españolas en fotovoltaica ha sido superior, tal y como de detalla en los siguientes párrafos.

En convocatorias públicas nacionales, se han financiado más de 32 proyectos nacionales en los cuales participan 46 entidades españolas de las que 15 son socios de FOTOPLAT. Algunas empresas participan en varios proyectos. Entre ellos, cabe mencionar los 10 proyectos del programa PID del CDTI, 2 proyectos NEOTEC, 3 proyectos CERVERA y 2 proyectos del programa MISIONES, así como la otros 2 en línea directa de financiación. Además, en el año 2020 se han resuelto las convocatorias de 2019 relativas a proyectos de Retos-Colaboración (RTC-2019) y de Retos-Investigación (RTI 2019). (en el momento de redactar este documento de estos últimos no se dispone de información de los títulos de los proyectos)

Además, se han aprobados 4 proyectos europeos en los que participan 16 entidades españolas de las cuales 5 son socios de FOTOPLAT. Cabe destacar que los 4 proyectos son liderados por entidades españolas, siendo 3 de ellas socios de FOTOPLAT

De los 4 proyectos, 2 de ellos (SERENDI-PV liderado por TECNALIA y CUSTOM-ART, liderado por IREC) son específicos de tecnologías fotovoltaicas (LC-SC3-RES-9y LC-SC3-RES-33). Los otros dos proyectos (DRES2Market, liderado por APPA y SolAqua, liderado por UPM) son del área de market-uptake (LC-SC3-RES-28) y de forma indirecta están relacionados con las energía renovables, incluida la energía fotovoltaica. Son proyectos de

coordinación y apoyo (CSA) que tratan de favorecer la introducción de tecnologías ya demostradas en el mercado.

Además ha habido 3 proyectos de la convocatoria europea SolarERANET con financiación nacional, en los que a través del CDTI se ha financiado a 3 entidades españolas de las cuales 2 son miembros de FOTOPLAT.

A continuación aparece el listado los proyectos de I+D+ i concedido durante 2019 y 2020 como los proyectos de I+D+i en ejecución durante los años 2019 y 2020 aportados por los socios de FOTOPLAT, en el que también aparecen algunos proyectos de convocatorias regionales.

Los proyectos se han agrupado según el ámbito de aplicación de la fotovoltaica en:

- Células solares +módulos+ estructuras +seguidores
- Convertidores de potencia y Gestión energética
- Operación y Mantenimiento (O&M)
- Integración en aplicaciones: BIPV y entorno urbano
- Integración en aplicaciones: movilidad
- Fovovoltaica en la agricultura: AGRIPV
- Fovovoltaica Flotante
- Generación de hidrogeno
- Infraestructuras.
- Aspectos socioambientales

**Tabla 4. Listado de proyectos I+D+i d entidades españolas en ejecución 2019-2020**

<b>Células solares +módulos+ estructuras +seguidores</b>					
<b>ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES</b>	<b>ACRÓNIMO</b>	<b>TÍTULO PROYECTO</b>	<b>NOMBRE CONVOCATORIA</b>	<b>FECHA INICIO FECHA FIN</b>	<b>PAG. WEB</b>
UPNA, CENER	DESAFIO	DEsarrollo de eStructurAs Fotónlcas para aplicaciones fOtovoltaicas	Pproyectos de i+d convocatoria 2019 centros tecnológicos, Gobierno de Navarra	2019-2021	
AEDI INGENIEROS SL		Tecnologías avanzadas de fabricación aplicadas a la construcción de plantas solares	LÍNEA DIRECTA DE INNOVACIÓN		
AURINKA PV		Células fotovoltaicas umg fiables de bajo coste y alta eficiencia	SERA NET COFUND		
BLUESOLAR FILTERS SL, CEDRION CONSULTORIA TECNICA E INGENIERIA SL, SUNNTICS EUROPE SL, VIRTUALMECHANICS SL	TRANSFER	Transfer: tecnologías renovables para el almacenamiento de energía basadas en nuevos sistemas fotovoltaicos-termicos	Programa Misiones PYMES		
CENER,	VIPERLAB	Fully connected virtual and physical perovskite photovoltaics lab	H2020-INFRAIA-2020-1	2021-2025	
CENER, ATERSA, EVASA, IES-UPM	SOLAR-TRAIN	Photovoltaic module life time forecast and evaluation	H2020-MSCA-ITN-2016	2016-2020	<a href="https://solar-train.eu/">https://solar-train.eu/</a>
CIEMAT, INTA	DEPRISACR	Desarrollo de patrones primarios de irradiancia solar basados en radiómetros absolutos de cavidad (acr)	Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia. Subprograma Estatal de Generación del Conocimiento	2018 - 2020	
CIEMAT, ISOM	DIGRAFEN	Dispositivos de grafeno para la mejora de las energías renovables	Programa Estatal de I+D+i Orientada A Los Retos De La Sociedad	2018 - 2021	<a href="http://projects.ciemat.es/ave">http://projects.ciemat.es/ave</a>
CIEMAT, UB, UPC, CL-UPM	CHENOC	Células solares de heterounión de silicio en estructura no convencional	Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016	2017 - 2020	
CIEMAT, UB, UPC, CL-UPM	SCALED	Contactos selectivos y capas activas para dispositivos de energía	Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020	2020 - 2023	
BSQ SOLAR, ISFOC, ASOC. PARA LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA INDUSTRIA DEL METAL CASTILLA LA MANCHA	S2AUTO	Desarrollo de un seguidor a dos ejes con módulos autoportantes para incrementar la eficiencia energética en entornos urbanos (s2auto)	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	
ESTAMPACIONES INDUSTRIALES, S.A.		Nuevo seguidor solar mecánicamente capaz y eficiente	I+D		
EUROPEAN SOLAR CELL COMPANY SL		Nueva línea de producción de células fotovoltaicas partidas	LÍNEA DIRECTA DE EXPANSIÓN		
EURECAT, ICMAB-CSIC	SEPOMO	Spins for efficient photovoltaic devices based on organic molecules	H2020-MSCA-ITN-2016	2016-2021	<a href="http://www.sedc.mo.eu">www.sedc.mo.eu</a>

EURECAT, UNE Normalizacion española, Eticas Research and Consulting	MADRAS	Advanced materials and processing in organic electronics	H2020	2020-2023	<a href="http://www.madras-project.eu">www.madras-project.eu</a>
Gestion de Recursos Y Soluciones Empresariales SI, led Electronics Solutions SI	ARCA	Arca: desarrollo de generador solar fotovoltaico con almacenamiento de energía para abastecimiento energético y comunicación en localizaciones aisladas bajo condiciones extremas (1/2)	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO COOPERACION		-
ICIQ	SGR-2016-2019	Fotovoltaica molecular	AGAUR	2016-2019	-
ICMAB-CSIC	FOREMAT	Finding a needle in a haystack: efficient identification of high performing organic energy materials	ERC Consolidator Grant	2015-2021	<a href="https://nanopto.icmab.es/projects">https://nanopto.icmab.es/projects</a>
ICMAB-CSIC	NA	Combinatorial optimization of organic solar cells	Contrato industrial	2020-2021	
ICMAB-CSIC	RAINBOW	Conversión eficiente de energía solar visible e infrarroja mediante arquitecturas de tipo arcoíris	Plan Estatal	01/01/2019-31/12/2021	-
ICN2	PrOperPhoto MiLe	Towards prediction of operational lifetime of perovskite photovoltaics: acceleration factors in stability study through machine learning	SolarEraNet	2020-2023	
ICN2	Self-Power	Synergetic interaction of multifunctional materials with perovskite solar cells for self-powered applications	Proyectos RETOS de la Sociedad, lan Nacional	2020-2023	-
ICN2	N/A	Materiales organicos disruptivos para la energía fotovoltaica	Red Tematica MINECO	2018-2019	-
IES-UPM, IMDEA Energía, IMDEA, IMN-CSIC	MADRID-PV2	Materiales, dispositivos y tecnologías para el desarrollo de la industria fotovoltaica	Programa de Actividades de I+D entre Grupos de Investigación en Tecnologías 2018	2019-2022	<a href="http://www.madrid-pv2.es/prove">www.madrid-pv2.es/prove</a>
INGEMETAL ENERGIAS SA		Investigación de nuevo concepto analítico para el diseño y desarrollo de nuevas configuraciones de estructuras metálicas para paneles fotovoltaicos	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		-
IES-UPM, Aurinka PV, NTC Valencia -UPV)	CHEER UP	Low cost high efficient and reliable umg pv cells	SOLAR-ERA.NET Cofund 2 Call	2019-2023	<a href="https://cheerupz08231729.wordpress">https://cheerupz08231729.wordpress</a>
IES-UPM, MONDRAGON ASEMBLY	HIPERION	Hybrid photovoltaics for efficiency record using integrated optical technology	H2020- LC-SC3-RES-15-2019: Increase the competitiveness of the EU PV manufacturing industry	2019-2023	<a href="https://hiperion-project.eu/">https://hiperion-project.eu/</a>
LEITAT, IRIS TECHNOLOGY SOLUTIONS S.L.,	OLEDsolar	Innovative manufacturing processes and in-line monitoring techniques for the oled and thin film and organic photovoltaic industries (cigs and opv)	H2020-DT-FOF-03-2018	2018-2021	<a href="http://www.oledsolarproject.eu">www.oledsolarproject.eu</a>
LEITAT, FLEXBRICK	APOLO	Smart designed full printed flexible robust efficient organic halide perovskite solar cells	H2020-LCE-07-2016-2017	2018-2022	<a href="https://project-apollo.eu">https://project-apollo.eu</a>

LENZ INSTRUMENTS SL		Nuevas metodologías ópticas para el control en línea de procesos de fabricación de células solares de alta eficiencia basadas en cigs	SERA NET COFUND		-
MONDRAGON ASSEMBLY.		(Proyecto isip, isi-20190001) desarrollo de tecnología fotovoltaica, procesos productivos y equipamiento industrial asociado	I+D		-
ONYX	ESPResSo	Efficient structures and processes for reliable perovskite solar modules	H2020-LCE-07-2016-2017	2018-2021	-
TECNALIA, KONIKER., UPV - TIM, MONDRAGON GOI ESKOLA POLITEKNIKOA, UPV-APERT, MONDRAGON	ENSOL	Desarrollo de tecnologías fotovoltaicas avanzadas	Elkartek 2018, Gobierno Vasco	2018-2019	-
TECNALIA, KONIKER., UPV - TIM, MONDRAGON GOI ESKOLA POLITEKNIKOA, UPV-APERT, Universidad de MONDRAGON, UPV-BCMaterial	ENSOL2	Desarrollo de tecnologías fotovoltaicas avanzadas	Elkartek 2020, Gobierno Vasco	2020-2021	-
Universidad de Jaén,		Valuación energética y técnico-económica de la generación de energía eléctrica renovable con nuevas tecnologías fotovoltaicas en diferentes zonas climáticas del Perú	Proyecto de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico 2018-21. Banco Mundial y Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de innovación tecnológica - FONDECYT	2018-2021	-
Universidad de Jaén,	CarTecFV	Caracterización, modelado y estudio del comportamiento de diferentes generaciones de tecnologías fotovoltaicas frente a las condiciones climáticas del Perú	Proyectos de Investigación Básica 2018-21. Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de innovación tecnológica - FONDECYT	2018-2021	-
Universidad de Jaén,	SOLEF-UHCPV	New architectures for the development of systems at ultra-high concentration photovoltaic levels	Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad, Ministerio de Ciencia y Competitividad (España)	2017-2020	-
UPC (Grupo de Micro y Nanotecnologías), Universidad de Barcelona (Grupo de Energía Solar) UPM (Centro Láser) CIEMAT (Grupo de Dispositivos de Silicio Depositado)	CHENOC	Células solares de heterounión de silicio de estructura no convencional	Programa Estatal I+D+i Retos 2016	2017-2019	<a href="http://ods.cat/es/celulas-solares-de-">http://ods.cat/es/celulas-solares-de-</a>
UPC	Thin-IBC	Células solares con contactos posteriores basadas en substratos delgados de silicio cristalino	Retos 2017	2018-2020	
UPC, IREC, UJI	IGNITE	Dispositivos híbridos de silicio/calcogenuro de capa delgada para tecnologías fotovoltaicas sostenibles de bajo coste y muy alta eficiencia	Retos 2017	2018-2020	
UPC, UPM, CIEMAT, UB	CHENOC	Células solares de heterounión de silicio de estructura no convencional	Retos 2016	2017-2019	

Convertidores de potencia y Gestión energética					
ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
INGETEAM	INFOGP	Inversor fotovoltaico outdoor de gran potencia	Proyectos de I+D (CDTI)	2017-2019	
INGETEAM	ISPLUS	Inversor de string para plantas utility scale		2018-2019	
INGETEAM	CONAFAC:	Convertidor para almacenamiento fotovoltaico acoplado en continua		2019-2020	
ACCIONA ENERGIA		Ingeniería avanzada para la optimización de la producción de energía fotovoltaica	I+D		
Aeorum España S.L., TTI NORTE S.L., Viña de Gaitanejos S.L. (Pago del Vicario) ISFOC	OpenSIROCO	Plataforma de innovación abierta para sistemas robóticos colaborativos de producción 4.0	Ayudas FEDER- INTERCONECTA 2018	2018-2020	
ALAZ ARIMA SL		Sistema de refrigeración con termosifones para una fase extraíble de un inversor fotovoltaico central	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
APPA IMDEA Energía, GESTERNOVA, OMI-POLO Español, SA, Deloitte Advisory, IDAE	DRES2Market	Dres2market: technical, business and regulatory approaches to enhance the renewable energy capabilities to take part actively in the electricity and ancillary services markets	H2020 - LC-SC3-RES-28-2018- 2019-2020: Market Uptake support		<a href="https://cordis.europa.eu/proj">https://cordis.europa.eu/proj</a>
ASOC. DE LA INDUSTRIA NAVARRA, NORLAND.		Desarrollo de nueva arquitectura de planta solar más eficiente gracias al uso de sensorica y algoritmos de control avanzados	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	
CIEMAT, IBERDROLA GENERACION S.A.U., UPC, U. Pontificia de Comillas	POSYTYF	Powering system flexibility in the future through res	Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea HORIZONTE 2020. Call: H2020- LC-SC3-2019-NZE-RES-CC, DG/Agency: INEA.	2020 -2022	
CLEVER SOLAR DEVICES SL		Nueva plataforma iiot (industrial internet of things) para la gestión inteligente de las operaciones de mantenimiento en plantas solares fotovoltaicas	SUBVENCIONES NEOTEC		
ENERTIS SOLAR SL		Desarrollo de herramientas de optimización integral de plantas solares fotovoltaicas de gran tamaño	I+D		
EZZING BUILDING SYNERGIES SL		Diseño eficiente de instalaciones fotovoltaicas mediante desarrollo de algoritmos inteligentes basados en machine learning y redes neuronales	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CERVERA		
GEONICA, S.A.	GIRASOL	Girasol - dispositivo autónomo de medición en continuo de la irradiancia solar global, directa, difusa y espectral, con criterios de autodiagnóstico en tiempo real	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
IES-UPM, Univ. Carlos III, Red Eléctrica de España, Technalia Ventures	TEFLON-CM	Telealimentación fotovoltaica por fibra óptica para medida y control en entornos extremos	Comunidad de Madrid con Fondos Estructurales (FSE y FEDER) convocatoria 2018	2019-2021	
INGETEAM		Convertidor para almacenamiento fotovoltaico en plantas de generación acoplado en continua	I+D		
ISEMAREN		Solución inteligente de big data para instalaciones fotovoltaicas	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CERVERA		

ISOTROL	1C4PV	One intelligent cloud for pv assets diagnosis and maintenance	SOLAR-ERA.NET Cofund 2		
ISOTROL		Inteligencia artificial para la operación y mantenimiento de plantas fotovoltaicas	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
LEITAT, CTTC, Iquadrat Informatica	CONNECT	Innovative smart components, modules and appliances for a truly connected, efficient and secure smart grid	H2020-ECSEL-2016-1-RIA	2017-2021	<a href="http://www.con">http://www.con</a>
LEITAT, CTTC, Iquadrat Informatica HESStech	PROGRESS US	Highly efficient and trustworthy electronics, components and systems for the next generation energy supply infrastructure	H2020-ECSEL-2019-1-RIA	2020-2023	<a href="https://projects.leitat.org/p">https://projects.leitat.org/p</a>
NENERGIX ENERGY MANAGEMENT SL	NENERGIX BTM	Nnergix btm - plataforma tecnológica para la agregación de generación solar residencial distribuida y visibilidad "behind-the-meter"	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CERVERA		
Solartys, Registros.net, Ender Solar Solutions e ISFOC	<b>Autoconsumo 4.0</b>	Sistema de gestión inteligente de flujos de energía diseñado para su integración en los mercados residencial, comercial e industrial, también llamados de generación distribuida.		2020-2021	
TECNALIA y UNEF	PVP4GRID	Development of innovative self-consumption and aggregation concepts for pv prosumers to improve grid load and increase market value of pv	H2020-LCE-2016-2017 (5-1-2017)	2017-2020	<a href="https://www.pvp4grid.eu/">https://www.pvp4grid.eu/</a>
TECNALIA, MONDRAGON ASSEMBLY, LEITAT	GOPV	Global optimization of integrated photovoltaics system for low electricity cost	H2020-LCE-10-2017	2018-2022	<a href="https://www.gopv">https://www.gopv</a>
TECNALIA, PETRONOR, INGETEAM, ZIV, Euskaltel, IBIL, IZERTIS,	HAZITEK AIGECO PETR-IBIL	Plataforma soporte para futuros servicios de agregación de energía petronor-ibil	HAZITEK - Gobierno Vasco	2018-2019	
TECNALIA; Qualifying Photovoltaics, S.L.; COBRA Instalaciones y servicios, SA; CEGASA Energía S.L.U.;	SERENDI-PV	Smooth, reliable and dispatchable integration of pv in eu grids	H2020 - LC-SC3-RES-9-2020: Next generation of thin-film photovoltaic technologies	2020-2024	
Universidad de Valladolid, Universidad Publica de Navarra, CIRCE, IBERDROLA, Gas Natural (ahora Naturgy), MAETEL, Visiona, Pariver.	DOCTOR-PV	Desarrollo de herramientas optimizadas de operación y mantenimiento predictivo de plantas fotovoltaicas	Retos de Colaboración	2018-2020	
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, COMSA SA	SOLMAX	Sistema para el seguimiento de punto de máxima potencia que permita obtener el máximo rendimiento y eficiencia de los paneles solares.	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2022	
VEOLIA SERVICIOS LECAM SA		Herramientas de gestión inteligente para la mejora del mantenimiento de activos de generación fotovoltaica (mar-20200005)	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		

Operación y Mantenimiento de plantas.					
ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG.W EB
Aeorum España., Ayesa Advanced Technologies . e ISFOC	DRONES4CIP	Drones for critical infrastructure protection	Programa FEDER INNTERCONECTA año 2016	2017-2019	<a href="http://www.dron.es">http://www.dron.es</a>
Centro Tecnológico Lurederra (LUR), CENER	OPTIMUM PV	Optimización de la eficiencia de paneles fotovoltaicos en base a nano-recubrimientos multifuncionales	PROYECTOS DE I+D CONVOCATORIA 2019 CENTROS TECNOLÓGICOS, Gobierno de Navarra	2019-2022	
CIEMAT, AIRE LIMPIO	RESPIRA	Nuevos recubrimientos altamente estables y fotoactivos para el tratamiento de contaminantes en aire interior	Programa Estatal de I+D+I Orientada A Los Retos De La Sociedad. Retos-colaboración 2017	2018 - 2021	
CIEMAT, U. Almería, U. Huelva	PVCastSOIL	Caracterización experimental y modelización del efecto del ensuciamiento fv correlacionado con parámetros meteorológicos	Programa Estatal de I+D+I Orientada A Los Retos De La Sociedad	2018 - 2021	
Dronak S.L., Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas M.P. e ISFOC	DRONGENO	Hidrógeno solar para autonomía de drones	Retos-Colaboración 2017	2018-2020	
INGETEM, UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA	RA4PV	Reliable analytics for photo voltaic plants: herramientas de análisis inteligente para plantas de generación fotovoltaica	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	
ISOTROL	1C4PV	One intelligent cloud for pv assets diagnosis and maintenance	SOLAR-ERA.NET Cofund 2	2020 – 2022	<a href="http://foss.lucv.ac.cy/d">http://foss.lucv.ac.cy/d</a>
LEITAT,	AntiDust	Desarrollo de un recubrimiento anti soiling para paneles solares	CORFO Chile Contratos tecnológicos - segunda convocatoria 2018	2018-2021	
LLM AVIATION SL		Sistema autónomo integral para la operación y mantenimiento de parques solares mediante uavs e inteligencia artificial	I+D		
ONYX	SOLARSHARC	A durable selfclean coating for solar panels to improve pv energy generation efficiency	H2020-FTIPilot-2016 -1	2017-2019	<a href="http://solarsharc.com">http://solarsharc.com</a>
Solartys, Skylife, Infaimon e ISFOC	ADOMIF	Asistencia digital para la operación y mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas	Ayudas para el apoyo a Agrupaciones Empresariales Innovadoras (AEI), correspondientes al año 2020	2020-2021	
TSK ELECTRONICA Y ELECTRICIDAD, S.A.		(Proyecto egi-20190005) investigación y desarrollo de tecnologías de operación y mantenimiento para la gestión de plantas fotovoltaicas	I+D		
Universidad de Jaén,	PEARL-PV	Performance and reliability of photovoltaic systems: evaluations of large-scale monitoring data	COST ACTIONS (CA16235)	2017-2021	
Universidad de Jaén,	NoSoilPV	Novel soiling identification logics for photovoltaics	Marie Skłodowska-Curie Actions	2019-2020	
Universidad de Jaén,	ROM-PV	Reducing the photovoltaic operation and maintenance (o&m) performance through advanced modelling methods	SOLAR-ERA.NET Cofund 2 (Proyectos de I+D+I «Programación Conjunta Internacional» 2019 - 2.º)	2020-2022	

Universidad de Jaén,	DUSST	Nrel's low maintenance soiling station	TCF-DOE (EEUU): Programa financiado por el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) para el desarrollo tecnológico	2019-2020	
Universidad de Jaén, Barcelona supercomputing center	NOSOILPV	Novel soiling identification logics for photovoltaics	H2020-MSCA-IF-2017		<a href="https://www.ncs.ojiv.com/">https://www.ncs.ojiv.com/</a>

Integración fotovoltaica en edificio (BIPV) y entorno urbano					
ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG.WEB
ITER y CENER	AISOVOL 2	Solución de generación fotovoltaica adaptable para su uso en la edificación y generación distribuida	Retos Colaboración 2019. Programa Estatal de I+D+i Orientada a los Retos de la Sociedad. Ministerio de Ciencia e Innovación	2020-2023	-
ASOCIACIÓN NOTIO, SAN JAVIER BRICKS., CENER, ISFOC	CeramicPV	Creación de módulos bipv sobre sustrato cerámico	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	-
C M SALVI		Nueva red adaptativa de luminarias solares para infraestructuras de iluminación pública limitadas.	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		-
BSQ SOLAR, Fagor Electrónica, UPM e ISFOC	POWERTREE	Sistemas fotovoltaicos de concentración para autoconsumo viviendas unifamiliares		2018-2020	-
Construcciones Urdecon, S.A., FORTITER S.L.U. e ISFOC	ENERSHADE	Desarrollo de nuevos sistemas de concentración fotovoltaica para integración en elementos arquitectónicos	Ayudas FEDER-INTERCONECTA 2018		-
IREC (coordinador) AYESA Advanced Technologies, SA	CUSTOM-ART	Disruptive isruptive kesterites-based thin film technologies customised for challenging architectural and active urban furniture applications	H2020- LC-SC3-RES-33-2020: Increase performance and reliability of photovoltaic plants		<a href="https://cordis.europa.eu/project/id">https://cordis.europa.eu/project/id</a>
IREC, ONYX , TEKNIKER,	TECH4WIN	Disruptive sustainable technologies for next generation pvwindows	LC-SC3-RES-2-2018		
TEKNIKER, IREC ,ONYX Solar	TECH4WIN	Tecnologías disruptivas y sostenibles para la próxima generación de ventanas fotovoltaicas	H2020-LC-SC3-2018-2019-2020	2019-2022	<a href="http://www.tech4win.eu/">http://www.tech4win.eu/</a>
INGETEAM, Jofemar, Instalaciones Solares Fotovoltaicas (ISF), CENER, CEMITEC, UPNA	ARALAR	Almacenamiento renovable avanzado de litio para autoconsumo residencial interconectado	Proyectos Estratégicos de I+D (Gobierno de Navarra)	2017-2019	
ISFOC, CONSTRUCCIONES URDECON S.A., FUNDACION ANDALTEC I+D+i, ASOC. EMPRESARIAL DE INVEST. CENTRO TECNOL. DE LA CONSTRUCCION REGION DE MURCIA, FORTITER SL	CONFIE	Concentracion fotovoltaica para integracion en edificios	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	-
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ENERGÍAS RENOVABLES S.A., CENER	AISOVOL2	Solución de generación fotovoltaica adaptable para su uso en la edificación y generación distribuida	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	-
INTERCOMET SL		Techos solares electro-activos energéticamente eficientes	I+D		-
ONYX Solar (coordinador); Tecnalia (subcontratada)	PVCOM	Multifunctional photovoltaic devices based on transparent composite and cigs for integration	Eurostars – 2 (2014 – 2020) Co6- Convocatoriaa Interempresas Internacional (CDTI)	2017-2019	
ONYX Solar(coordinador); Tecnalia (subcontratada)	COMCO	Photovoltaic devices based on composite material and advanced functional coatings	EUROSTARS 2018	2018-2021	

ONYX Solar, VIAS Y CONSTRUCCIONES, CARTIF, COMUNIDAD DE MADRID, SAINT-GOBAIN PLACO IBERICA, EXPLODED VIEW SL , ZABALA INNOVATION CONSULTING	Rezbuild	Refurbishment decision making platform through advanced technologies for near zero energy building renovation	H2020-EEB-05-2016-2017	2017-2021	<a href="https://rezbuildproject.eu/">https://rezbuildproject.eu/</a>
TECNALIA (coordinador), ONYX Solar, ACCIONA construcción, CRICURSA	PVSITES	Building-integrated photovoltaic technologies and systems for large-scale market deployment	H2020-LCE-2014-2015/H2020-LCE-2015-2	2016-2020	<a href="https://www.pvsites.es/">https://www.pvsites.es/</a>
TECNALIA (coordinador), ONYX Solar, MONDRAGON ASSEMBLY S.Coop., INSTITUTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONCENTRACION SA , COMSA SAU	BIPVBOOST	Bringing down costs of bipv multifunctional solutions and processes along the value chain, enabling widespread nzebs implementation	LC-SC3-RES-6-2018	2018-2022	<a href="https://bipvboost.eu/">https://bipvboost.eu/</a>
TECNALIA, Fundación Universidad Loyola Andalucía, UPC, CARTIF, CIRCE Fundación Corporación Tecnológica de Andalucía CTA	SUDOKET	Sudoe area mapping, consolidating and disseminating key enabling technologies for the building sector	INTERREG Sudoe 2017 (2 fases)	2018-2021	<a href="http://sudoket.com/">http://sudoket.com/</a>
TECNALIA, ONYX Solar,	ENERGYMATCHING	Adaptable energy harvesting envelope to building solutions, to optimize building and districts energy loads matching.	H2020 - EEB-07-2017	2017-2022	<a href="https://www.ener">https://www.ener</a>
Universidad de Jaén	CEFRABID	Clean energy from road acoustic barriers infrastructure development	Solar-ERA.NET 2017	2018-2020	.
VIRTUALMECHANICS SL		Sistemas solares integrados para industrias y edificios en el mercado egipcio	CDTI-INNOGLOBAL		

### Integración fotovoltaica en la movilidad

ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
IES-UPM	FEVEL	Modelado, caracterización e instrumentación para superficies fotovoltaicas en vehículo eléctrico	Proyectos de I+D de GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO y Proyectos de I+D+i RETOS INVESTIGACIÓN	2019-2021	
METALTEC NAVAL SL		Catamarán electrosolar de pasajeros 2.0	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
SILICIO FERROSOLAR SL		Investigación industrial de materiales estratégicos para baterías de ión-litio de alta densidad energética y coste optimizado en electromovilidad sostenible	Programa Misiones Grandes Empresas		
SKYDWELLER SL		Diseño y desarrollo de un avión solar autónomo y no tripulado de vuelo perpetuo	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
SOLAR ADDED VALUE SL, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		Bienes de equipo para control de calidad de generadores solares integrados en vehículos, aeronaves o satélites	RETOS COLABORACIÓN 2019	2020-2023	

### Fotovoltaica en la agricultura (AgriPV).

ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
ACCIONA ENERGIA		Diseño y desarrollo de un demostrador de planta fotovoltaica flotante para entornos de agua dulce y embalses	I+D		-
ANSWARETECH		Una estación experimental agro-fotovoltaica inteligente para una agricultura resistente al cambio climático	I+D		-
ELITTORAL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS		(Mar-20200009) bombeos fotovoltaicos para una agricultura de precisión	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		
EURECAT, Estructuras Solares del Mediterráneo S.L. (SOLARES), CETENMA	CULTIVASOL	Desarrollo de invernaderos energéticamente autónomos	RETOS DE LA SOCIEDAD 2017	2018-2020	<a href="https://eurecat.org/es/porfolio/">https://eurecat.org/es/porfolio/</a>
IES-UPM, Euromediterranean Irrigators Community; Gobierno Aragón; Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural	SolAqua	Accessible, reliable and affordable solar irrigation for europe and beyond	H2020-LC-SC3-RES-28-2018-2019-2020: Market Uptake support	2020-2023	<a href="http://www.cordis.europa.eu/project/id/952">www.cordis.europa.eu/project/id/952</a>
MEGAL ENERGIA SL		Sombreo solar para invernaderos "raspa y amagado"	I+D		
NEW GROWING SYSTEMS SL		Solar desalination system for vertical aquaponic	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO		-
ONYX (coordinador); Universidad de Valladolid (subcontratada)	PV-INV	Invernadero fotovoltaico-es	Proyectos de I+D en PYMES. Agencia de innovación, financiación e internacionalización empresarial de Castilla y León (ADE)	2017-2019	

### Fotovoltaica Flotante

ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
STANSOL ENERGY SL		Stansol energy: estructuras fotovoltaicas. Energía fotovoltaica en instalaciones flotantes	SUBVENCIONES NEOTECH		-

### Generación de hidrogeno con fotovoltaica

ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
BSQ SOLAR., H2B2 Electrolysis Technologies S.L. e ISFOC	CPV4H2	Sistema piloto de producción de hidrógeno de origen solar con alta eficiencia de conversión mediante concentración fotovoltaica	Ayudas FEDER-INTERCONECTA 2018	2018-2020	<a href="http://www.isfoc.net/index.php/es">http://www.isfoc.net/index.php/es</a>

### Infraestructuras.

ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
CENER	JUMP2EXCEL	Joint universal activities for mediterranean pv integration excellence	H2020-WIDESPREAD-05-2017-Twinning	2018-2021	<a href="http://ju.mp2exc">http://ju.mp2exc</a>
ICN2	XRE4S	Research network "energy for society"	Programa Xarxes d' R+D+I, AGAUR (Generalitat de Catalunya).	2020-2024	

Aspectos socioambientales					
ENTIDADES ESPAÑOLAS PARTICIPANTES	ACRÓNIMO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	FECHA INICIO FECHA FIN	PAG. WEB
IES-UPM, Universidad Pompeu Fabra, Euro-mediterranean irrigators community, Junta de Andalucía	GRECO	Fostering a next generation of european photovoltaic society through open science	H2020	2018-2021	<a href="https://www.gr.eco-project.eu/">https://www.gr.eco-project.eu/</a>
Salvador Escoda S.A.,	AUTOCONSUMO URBANO ESCOSOL	La revolucion de las terrazas escosol	No esta acogido a ninguna convocatoria	2018-2021	
Universidad de Jaén y Universidad de Granada	ADAPTAS	Adaptación a la transición energética en europa: los aspectos ambientales, socio-económicos y culturales.	Ministerio de Economía y Competitividad. Programa Estatal de I+D+i orientada a RETOS 2017	2018-2021	
ABORA ENERGY		El panel solar híbrido más rentable del mundo	SUBVENCIONES NEOTEC		
ENDEF ENGINEERING		Energía solar basada en un nuevo diseño de paneles híbridos de aire	CDTI-EUROSTARS		

## 8. Nuevos retos del sector: la recuperación económica

Las perspectivas de futuro para la energía solar fotovoltaica son una continuación de las tendencias actuales de reducción de costes debido a la curva de aprendizaje tecnológico y a la instalación masiva de capacidad.

A nivel mundial, las implicaciones que tiene la competencia económica de la fotovoltaica son enormes. Países en desarrollo, en plena expansión de sus parques de generación tienen acceso a una tecnología renovable, económica, escalable y de rápida implementación. Según *Bloomberg New Energy Finance* en 2050, se espera que la eólica y la fotovoltaica representen el 50% de la capacidad de generación mundial. En concreto la fotovoltaica pasará de tener una contribución del 2% al 22% en la generación eléctrica mundial.

No cabe duda de que todas las previsiones de desarrollo *business-as-usual* han quedado puestas en suspenso por la crisis sanitaria y económica del COVID-19. Sin embargo, existe consenso en que la transición energética debe ser uno de los principales elementos de los planes de recuperación. En estas líneas, la Unión Europea ha puesto en marcha los fondos *Next Generation EU (NextGenEU)*, instrumento temporal de recuperación cuyo objetivo es impulsar el crecimiento económico de los Estados miembros y abordar los retos estratégicos a los que se enfrenta Europa tras la pandemia de la COVID-19. Este paquete, con un total de 750.000 millones EUR, ofrece distintas herramientas de ayuda: subvenciones (51%), préstamos (48%) y garantías (1%). Además de recuperar y reactivar la economía, se espera que estos fondos reconstruyan una Europa más ecológica, digital y resiliente. Se espera que el 70% de estas ayudas se repartan entre 2021-22 y el 30% restante en los años 2023-24.

A España le corresponden 140.446 millones EUR (18,6% del total de los fondos UE), dividido en 72.700 millones EUR en forma de subsidios y transferencias a fondo perdido, y 67.300 millones EUR en préstamos.

Adicionalmente a estos planes europeos, el MITECO ha anunciado las primeras líneas del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia centradas en áreas identificadas por el Ministerio como *potenciales “con gran capilaridad sobre el territorio y un elevado potencial de reactivación económica”*.

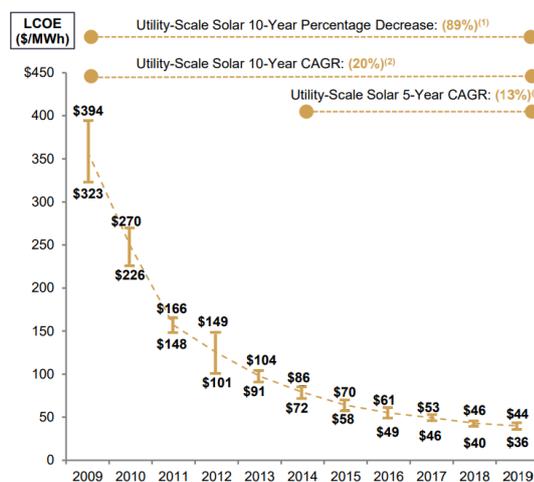
*NextGenEU* está alineado con el *Pacto Verde Europeo*, el cual se encuentra dentro del *Marco Estratégico de Energía y Clima Europeo*.

Uno de los principales retos a los que se van a enfrentar las tecnologías renovables, al cual ya han hecho frente este año 2020, es la reducción en la demanda de electricidad. Esta disminución se asocia a los efectos de la laboralidad, las temperaturas y la presencia de la pandemia de la COVID-19, que ha ralentizado la actividad económica hasta alcanzar, en algunas situaciones, disminuciones de hasta un 20% en relación con periodos equivalentes del año anterior. Esta disminución en la demanda, se ha visto reflejada en los precios de mercado, los cuales han bajado considerablemente. Esta bajada plantea dudas razonables en el desarrollo de proyectos y se podría interpretar como un anticipo de lo que sucederá en un futuro no muy lejano con mayor capacidad renovable en el sistema.

Las predicciones para los años 2023-2025 sitúan la expansión de la fotovoltaica como elemento clave, en escenarios acelerados de instalación, contando con casi un 60% del total de la expansión renovable (Fuente: AIE). El desarrollo tecnológico y el efecto arrastre de la nueva capacidad instalada han permitido a la energía fotovoltaica mantener una tendencia constante de reducción de costes en los últimos años. *Lazard* estima esta reducción de costes en un 89% en los últimos diez años, asignando a la fotovoltaica un rango de 29-42 \$/MWh de media a nivel mundial en 2019. Según esta misma

referencia, la fotovoltaica tiene un coste medio inferior al de las tecnologías llamadas convencionales: Nuclear, Carbón y Ciclo combinado. Pero es que, como se verá más adelante, los costes reales de la tecnología en España están aún por debajo del rango dado por *Lazard*. Esto se debe a la experiencia del sector fotovoltaico español en la tecnología y al gran recurso solar.

**Figura 22.** Evolución del coste (LCOE<sup>2</sup>) medio mundial de la energía fotovoltaica. *Fuente: Lazard*

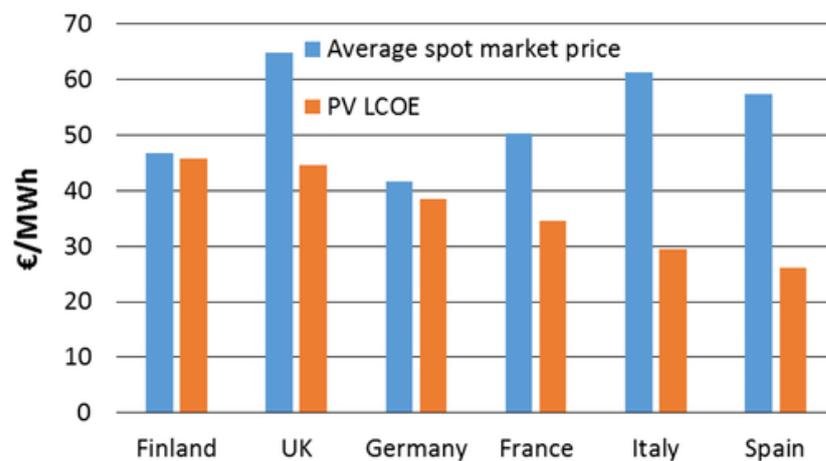


Hoy en día existe consenso sobre que la fotovoltaica es la fuente de energía más competitiva económicamente, tanto entre las renovables como entre las demás. Para *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF) dos tercios de la población mundial vive en países en los que la fotovoltaica, la eólica o ambas son las fuentes más baratas de producir electricidad. Además, en la década de 2020-2030 la fotovoltaica continuará reduciendo sus costes, hasta un 34%, gracias a mejoras de eficiencia en la cadena de fabricación.

<sup>2</sup> *Levelized Cost Of Energy*: Coste total de la tecnología por MWh.

La competitividad económica de la fotovoltaica hace que su coste sea hoy inferior al coste marginal de las centrales existentes y como consecuencia, al precio del mercado eléctrico. En Europa el trabajo de *Eero Vartianen et. al* demostró que el coste de la energía fotovoltaica es en general muy inferior al precio del mercado mayorista en los principales países europeos.

**Figura 23.** LCOE fotovoltaico y precios (en 2018) de los mercados mayoristas europeos. *Fuente: Eero Vartianen et. al*



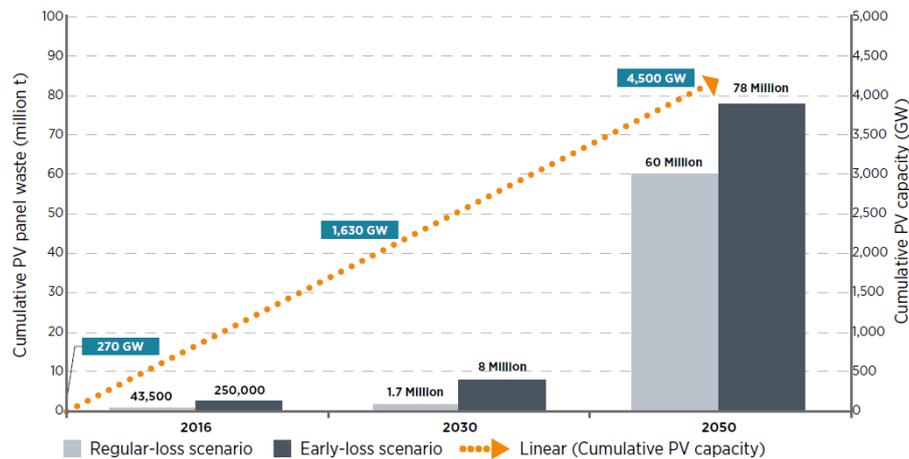
Para el correcto despliegue de mayor potencial renovable, es esencial una serie de modificaciones administrativas que simplifiquen y agilicen la tramitación de proyectos renovables. Un ejemplo de ello, es la campaña que está realizando UNEF para la simplificación administrativa de la tramitación de autoconsumo en cuanto a la eliminación de la licencia de obras. En 2020, ya se han conseguido un total de ocho comunidades autónomas que han eliminado la necesidad de una licencia de obras para proyectos de autoconsumo sobre tejados.

Otro de los grandes retos a los que se va a enfrentar la industria fotovoltaica los próximos años es el impacto medioambiental que estas actividades tengan en cuanto a los procesos de fabricación, transporte y gestión de residuos una vez la vida útil de una instalación o de cualquier de sus materiales, haya llegado al final. IRENA estimó en 2016 que habrá hasta 8 millones de

toneladas de residuos de paneles fotovoltaicos en 2030 y 78 millones de toneladas en 2050.

**Figura 24.** Proyección de residuos de paneles fotovoltaicos a nivel mundial.

*Fuente: IRENA-IEA PVPS*



En España, 2,7 GW de la capacidad fotovoltaica total instalada ( $\approx 30\%$ ) se construyó en el año 2008, por lo que puede esperarse un pico de residuos de paneles en torno a 2028. Así, el procesamiento de paneles fotovoltaicos presentará pronto un desafío ambiental que ha de atajarse desde el momento presente. En este sentido, la economía circular los próximos años jugará un papel importante en el sector industrial y, sobre todo, en el sector fotovoltaico, iniciándose una senda de transición para pasar de la economía lineal tradicional a la economía circular, que diseñe procesos de reciclaje y recuperación de residuos, analice y mejore el ciclo de vida de los materiales para ahorrar en materias primas y en la energía que se requiere para la obtención y transformación de éstas.

Durante el 2020, el Consejo de Ministros, a propuesta del MITECO, ha lanzado dos consultas públicas sobre los objetos y retos presentes del almacenamiento energético y del hidrógeno renovable: “Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno verde” y “Estrategia de Almacenamiento energético.” Con esta planificación, el Gobierno impulsa el despliegue de tecnologías y vectores energéticos sostenibles, que serán clave

para que España alcance la neutralidad climática, con un sistema eléctrico 100% renovable, no más tarde de 2050.

Estas tecnologías tienen aplicación en nuevos nichos de negocio como el de la movilidad eléctrica o en el sector de la edificación a través del autoconsumo eléctrico y del almacenamiento de energía térmica, permitiendo la aparición de nuevas soluciones en edificios, que además sirven de medida estructural indirecta contra la pobreza energética. Asimismo, pueden usarse en la industria, que posee un fuerte potencial de autoconsumo con almacenamiento, integración energética y descarbonización de procesos que utilizan calor y frío; así como en el resto de sectores mediante aplicaciones de autoconsumo, entre otras.

Desde FOTOPLAT entendemos que para reactivar la economía tras la crisis del COVID-19 debe avanzarse a la vez en una economía más sostenible y más competitiva, en la cual España puede ser una de las grandes beneficiadas. En el sector fotovoltaico contamos con empresas que disponen tecnología propia, que se sitúan entre las primeras del mundo, y sobre todo de una gran ventaja competitiva con respecto a los países de nuestro entorno: un mejor recurso solar y territorio disponible para desarrollarlo.

## **9. FOTOPLAT: Plataforma Tecnológica Española fotovoltaica**

La Plataforma Tecnológica Española Fovovoltaica (FOTOPLAT) es una iniciativa nacida en marzo de 2011 de la mano del co-financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad, Ciencia, Innovación y Universidades (MICIUNECO) de España a través del programa INNFLUYE Convocatoria plataformas tecnológicas y de innovación del programa estatal de investigación.

FOTOPLAT pone a disposición de su socios herramientas como el mapa de capacidades, webinars técnicos con posibilidad de proponer temas y ponentes, registro de proyectos de I+D+i,... También, desde la plataforma se genera con la colaboración de sus socios documentos específicos y públicos, fuente de recursos e información sobre el sector fotovoltaico. Algunos ejemplos son: Plan de industrialización, Situación de la Industria y tecnología fotovoltaicas españolas, Roadmap tecnológico, Plan estratégico, Estudio de mercados y Plan de internacionalización , etc. Todo ello con el objetivo servir como escaparate de las entidades del sector, y visibilizar la experiencia, el potencial y conocimiento tecnológico del que disponemos en España en el ámbito fotovoltaico, dando también espacios para establecer sinergias y posibilidad de generación de proyectos coordinados

FOTOPLAT tiene como objeto el de agrupar en una misma estructura a todas las empresas y entidades e instituciones involucradas con el reto de mantener a España y a las empresas españolas en primera línea de la investigación e industrialización de los sistemas de energía fotovoltaica, buscado sinergias entre las distintas instituciones e implementando estrategias coordinadas.

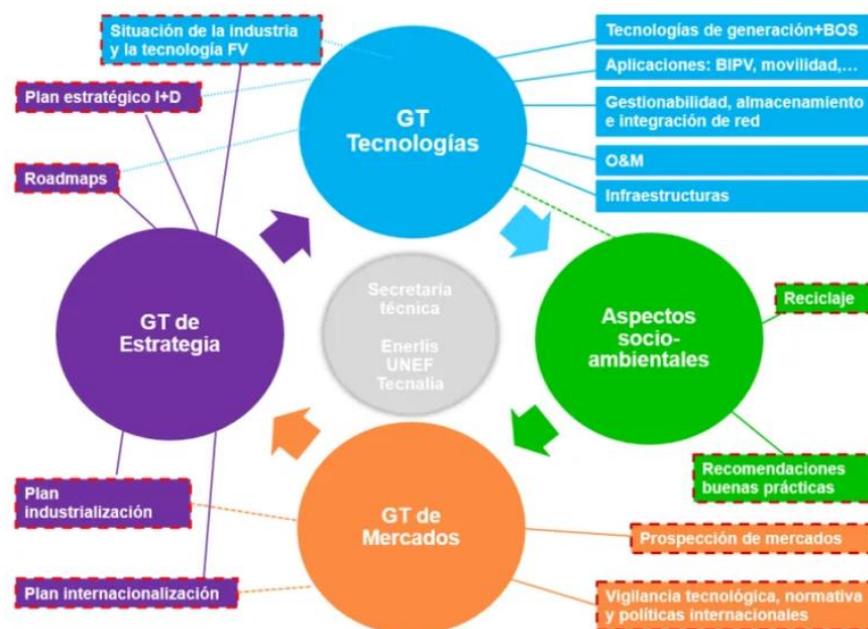
Para ello es crucial:

- La colaboración PÚBLICO – PRIVADA y el fomento de la INTERNACIONALIZACIÓN del sector: tecnología y know-how
- Promocionar y exportar el valor añadido de las tecnologías y de la I+D+i desarrolladas en España

Para conocer más sobre los retos y objetivos de la plataforma, puede acceder [aquí](#).

La estructura actual de la plataforma se divide en diferentes Grupos de Innovación: de Tecnologías, Mercados, Estrategia y Aspectos socioambientales. Los grupos de innovación de Tecnologías trabajan en distintos subgrupos enfocados a distintas aplicaciones/ámbitos de la tecnología fotovoltaica: Tecnologías de generación, estructura y seguidores; Aplicaciones: movilidad, BIPV, entorno urbano,...; Gestionabilidad, Almacenamiento e integración en red; Operación y Mantenimiento (O&M) e Infraestructuras. Para saber cómo participar más activamente en los grupos de innovación o cualquier duda o sugerencia, ponerse en contacto con [fotoplat@fotoplat.org](mailto:fotoplat@fotoplat.org).

**Figura 25.** Organigrama Grupos de Trabajo de FOTOPLAT



Además, recientemente celebramos nuestra Asamblea Anual, en la cual pudimos contar con la asistencia de casi 100 personas de la I+D+i del sector fotovoltaico, así como ponentes de primer nivel del Ministerio de Ciencia e Innovación, IDAE, CENER, Tecnalia, CDTI y la Agencia Estatal de Investigación. Si no tuviste la oportunidad de unirse, puedes acceder a las grabaciones de la jornada en nuestro [canal de Youtube](#).

Para cualquier otra cuestión/sugerencia/duda, contáctenos en [fotoplat@fotoplat.org](mailto:fotoplat@fotoplat.org).