

Plan estratégico a 2030, para la tecnología fotovoltaica española Junio 2018

Promueve
tecnalia

Financia



ÍNDICE

pág.

ÍNDICE	2
ÍNDICE de FIGURAS	4
RESUMEN EJECUTIVO	7
1 CONTEXTO SECTORIAL	9
1.1 Panorama general	9
1.2 Visión sectorial general	16
1.3 El sector fotovoltaico en la Unión Europea	23
1.4 El sector fotovoltaico en España	33
2 CONTEXTO TECNOLÓGICO EN FV	40
2.1 Ecosistema de la I+D+i	40
2.2 Estrategias generales en I+D+i	51
2.3 El sector tecnológico fotovoltaico español	54
3 OBJETIVOS DEL PLAN ESTRATEGICO A 2030	58
3.1 Plan estratégico fotovoltaico español	58
3.2 Prioridades para la I+D+i fotovoltaica española	62
4 SEGUIMIENTO DEL PLAN ESTRATÉGICO	69
REFERENCIAS	70
ANEXO A FOTOPLAT: ORGANIZACION PARA PROMOVER LA I+D+i FOTOVOLTAICO ESPAÑOL	72
ANEXO B EJERCICIO APTE 17	75
ANEXO C. RESPUESTAS GEVAL AL APTE 17	81
ANEXO D FICHAS ITP 2016	88
ANEXO E EJEMPLOS FICHA DE MAPA DE CAPACIDADES: CIEMAT	91

ANEXO F MAPA DE CENTROS DE I+D+i INTERNACIONALES PARA EL ANALISIS DE ALIANZAS MULTILATERALES.....	95
ANEXO G SOBRE ESCENARIOS	102
ANEXO H SOBRE EMISIONES GEI	104
ANEXO I Propuesta de Real Decreto de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución.....	107

ÍNDICE de FIGURAS

	pág.
Figura 1. En el campo de las células se podría duplicar eficiencia a través de multiuniones (Fuente: ISE-F).....	10
Figura 2. Visión a 2030 sobre las ciudades inteligentes. (Fuente: GICI)	11
Figura 3. Tipologías de sistemas de generación eléctrica con EERR (Fuente: MIT).12	
Figura 4. Curvas de aprendizaje en FV (1980 a 2030) en diferentes escenarios (Fuente: ISE)	13
Figura 5. Estudio sobre paridad de los desarrollos FV y las redes en España. (Fuente: CREA)	14
Figura 6. Reducciones de costes de diversas tecnologías (Fuente: DOE).....	14
Figura 7. Potencia instalada anual y acumulada mundial (Fuente REN21).....	16
Figura 8. Crecimiento de las EERR y de las tecnologías eléctricas (Fuente: BP)	17
Figura 9. Evolución del CAPEX en tres sectores; y evolución hacia la paridad (Fuente: Bloomberg y ISE-F)	17
Figura 10. Entrevista sobre factores más críticos en los precios de mercado y la convergencia en precios de mercado UE, Japon y China. (Fuentes: IEA y GTM Search).....	18
Figura 11. Distintos escenarios a 2050 en la eficiencia de células mediante multiuniones (Fuente: ISE-F).....	20
Figura 12. Abanico de escenarios: Greenpeace y Fraunhofer (Fuente: Greenpeace)	21
Figura 13. Seguimiento de los objetivos 2020 en la UE (Fuente: EEA)	24
Figura 14. Reparto del mercado por tipologías (Fuente: ENTSO).....	25
Figura 15. Mix de generación en EU-28 por meses, con un aporte de la solar por encima del 8% (Fuente:SPE)	25
Figura 16. Penetración de FV en la potencia total por países ENTSO-E	26
Figura 17. Visión general de las redes con encaje de los agregadores (Fuente: MIT)	27
Figura 18. Volumen de ventas en fabricación de equipos en toda la cadena de valor en 2015 (Fuente: European Commission).....	28
Figura 19. Estrategia europea de desarrollo tecnológico e industrial para el sector FV (Fuente: Comisión Europea).....	28
Figura 20. Cuadro de medidas propuestos por CE (Fuente: Ass. Ph. 2017).....	29
Figura 21. Evolución de la potencia FV instalada en España por años y acumulada (Fuente: UNEF); y Mapa de distribución territorial de las instalaciones FV en la península a final 2016 (Fuente: REE).....	33
Figura 22. Contribución al PIB del sector FV y empleo por subsectores (Fuente: UNEF, Deloitte)	34

Figura 23. Mix eléctrico español 2017: potencia, cobertura y aportación al sistema eléctrico (Fuente: REE)	35
Figura 24. Empresas españolas del sector FV, por actividades (Fuente: UNEF)....	36
Figura 25. Análisis de la situación de las redes españolas frente a la integración masiva de la FV. (Fuente: REE)	37
Figura 26. Análisis de escenarios a 2025 y 2030 del sector FV español. (Fuente: UNEF y Deloitte).....	38
Figura 27. Actores en la cadena de valor de sistemas FV. (Fuente: Fotoplat)	40
Figura 28. Clasificación del sector FV en cuanto al equipamiento específico de la tecnología	41
Figura 29. Mapa de actividades relacionadas con el sector FV (Fuente: Fotoplat) .	42
Figura 30. Visión general del sector FV en sus aplicaciones como plantas eléctricas (Fuente: IEA PVPS T 2017).....	42
Figura 31. Costes de inversión y LCOE a 2025 de diferentes tecnologías eléctricas renovables y reducción de emisiones en el sector FV (Fuente: IRENA y NRLE).....	44
Figura 32. Tareas activas en el marco de la IEA-OCDE en FV (Fuente: IEA).....	46
Figura 33. Incertidumbres y propagación de los mismos en un sistema FV (Fuente: IEA)	46
Figura 34. Variaciones en el recurso solar (Fuente: IES-PM) y, propuesta de modelo de predictividad en sistemas FV (Fuente: DOE EE&RE)	47
Figura 35. La penetración de FV en las redes en cuanto a pérdidas y mejora de los precios de la energía, analizados para España (Fuente: MIT)	49
Figura 36. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas (patentes y modelos de utilidad) y europeas de origen español: 2005-2016 (Fuente OEPM).....	50
Figura 37. Análisis DAFO del sector fotovoltaico español (Fuente. Fotoplat).....	56
Figura 38. Estrategia general para el sector FV español basada en las ITP. (Fuente: Fotoplat)	62
Figura 39. Actores en la cadena de valor de sistemas FV en los tres subsectores. (Fuente: Fotoplat)	63
Figura 40. Objetivos generales y particulares del sector FV español (Fuente: Fotoplat)	64
Figura 41. Resumen de las acciones prioritarias para el tejido de I+D+i español (Fuente: Fotoplat)	65
Figura 42. Hoja de ruta y materias de priorización para el sector español a 2020, 2030 y 2050. (Fuente: Fotoplat)	66
Figura 43. Síntesis de la hoja de ruta, materias a priorizar, objetivos a perseguir para el sector FV español a 2020, 2030 y 2050.	68
Figura 44. La misión de FOTOPLAT	72
Figura 45. Indicadores de seguimiento de FOTOPLAT	73

Figura 46. La organización del trabajo de innovación	73
Figura 47. Actividades y tareas destacables en torno a FOTOPLAT: GICI, CCPT .	74
Figura 48. Presentación ante la GEVAL del trabajo APTE 17 FOTOPLAT	75
Figura 49. Indicadores para el análisis APTE 17.....	76
Figura 50. Aportación al PIB y empleos generados por el sector.....	77
Figura 51. Evolución del LCOE (Levelized Cost of Energy) según las aplicaciones (Instalaciones residenciales; Instalaciones comerciales e industriales; e Instalaciones a gran escala conectadas a red, respectivamente)	78
Figura 52. Evolución del coste de sustitución de la tonelada de CO2 no emitida según las aplicaciones (Instalaciones residenciales; Instalaciones comerciales e industriales; e Instalaciones a gran escala conectadas a red, respectivamente).....	78
Figura 53. Previsión de crecimiento del mercado español (Fuente: Deloitte y ENTSOE).....	79
Figura 54. Criterios de clasificación de la I+D+i del sector fotovoltaico	80
Figura 55. Aproximaciones a escenarios diversos. (Fuente: www.ise.fraunhofer.de) 102	
Figura 56. Comparativas para diferentes escenarios de electrificación. (Fuente: IEA, Breyer. Fraunhofer).	102
Figura 57. El flujo de energía y otros se convierte en gases y residuos (Fuente: Gobierno de Asturias).....	104
Figura 58. Estimación de las emisiones de GEI en porcentajes respecto a 1990, en España (Fuente: Observatorio de Sostenibilidad)	105
Figura 59. Estimaciones de emisiones del sector eléctrico (Fuente: OS).....	105
Figura 60. El ciclo del CO ₂ ; las emisiones mundiales y las zonas geográficas origen de las mismas. (Fuente: Carbon Global Project).....	106

RESUMEN EJECUTIVO

- Los escenarios de crecimiento para la tecnología FV, según la mayoría de las fuentes, señalan tasas de crecimiento a 2030 por encima del 15% y a 2050 del 10%, convirtiéndose en una fuente de generación eléctrica fiable y comprometida con un mix del futuro descarbonizado. Algunos modelos, sin embargo, le dan una participación menor, a pesar de la década de desarrollo en costes y fiabilidad.
- La reducción de costes, apoyada en curvas de aprendizaje constatadas, es uno de los motores del sector Fotovoltaico (FV). Una reducción de costes que vendrán por efecto de la producción en masa y de la mejora de la eficiencia de los componentes y sistemas; con diferencias regionales por los costes de capital, tan decisivos en algunos casos. La aparición masiva de las Tecnologías de la Información en todas las fases de los proyectos también supondrá un ahorro de costes considerable.
- Es necesario poner especial atención en verificar la fiabilidad de los nuevos desarrollos, especialmente células e inversores, ya que es clave para un desarrollo de todo el sector que podría sufrir frenazos por dicha causa; se requieren certificación y normalización ajustada a las nuevas prescripciones.
- Es obligado constituir potentes consorcios de I+D+i que luchen en terrenos de competitividad equilibrada, que aporten valor al mercado, que puedan recuperar sus inversiones y reinvertir en nuevos retos. Se propone acciones en la línea de alianzas, consorcios, acuerdos estratégicos, integración en redes de I+D+i.
- El tejido de I+D+i español debe centrarse en áreas de competitividad a medio plazo, concentrando esfuerzos económicos, atrayendo a investigadores y tecnólogos, hacia áreas prioritarias de acuerdo con sus capacidades, experiencia y demanda del mercado.
- Hay nichos de mercado en el que las empresas españolas se han especializado y tienen marca, en áreas concretas (EPC, electrificación, bombeos, O+M, etc.) donde deberán crecer en competitividad con base en una tecnificación avanzada (formación profesional en las nuevas tecnologías) y apoyo financiero para acometer los grandes proyectos.
- El ejercicio APTE 17 (Análisis del Potencial de las Tecnologías Energéticas), impulsado por ALINNE, ha representado un análisis sectorial y comparado muy útil

para identificar los verdaderos retornos del sector hacia la I+D+i, y, en especial, para profundizar en el conocimiento del tejido de I+D+i, su capacidad y su nivel de transferencia y arrastre hacia las empresas.

□ Los nuevos retos tecnológicos generales (recogidos en las Iniciativas Tecnológicas Prioritarias - ITP para el sector fotovoltaico) que se proponen para nuestro país, son: grandes plantas de generación FV; aumento del autoconsumo; e integración en edificios, donde se abren nuevas oportunidades en el mercado interno e internacional

□ El escenario tan imponente que se ofrece a la tecnología FV demanda niveles crecientes de confianza y fiabilidad del tejido I+D+i español y equipos humanos ampliamente formados en las tecnologías avanzadas. Para que los retornos sean proporcionales, hay que alcanzar una dimensión óptima, la cual puede lograrse si se aplica el denominado factor cuatro: duplicar los equipos de I+D+i y reducir el campo de investigación a la mitad, esencia de plan estratégico.

□ El objetivo del plan estratégico español en I+D+i propone recuperar los niveles de liderazgo que alcanzó en la pasada década, para compensar los esfuerzos en I+D+i realizados hasta ahora y apostar, desde las empresas y lo público, por los beneficios medioambientales, económico-sociales y de conocimiento.

□ La participación activa del tejido científico-tecnológico español en la AIE (Agencia internacional de la Energía) y otros foros (plataformas, redes, alianzas, etc.) debe traducirse en mayor presencia en los mismos y materializarlos con acciones concretas, como el liderar nuevas tareas o aumentar el nivel de implicación.

1 CONTEXTO SECTORIAL

1.1 Panorama general

La energía es uno de los motores de la economía; se demanda por encima de las tasas de crecimiento; y la electricidad es un vector demandado por encima de éstas; porque contribuye de forma más universal a aumentar calidad de vida. El crecimiento de las EERR en el mix eléctrico es un cambio estructural impulsado por la lucha contra el cambio climático, la seguridad de suministro y el esfuerzo tecnológico.

La sociedad demanda energía a tasas superiores al crecimiento de la población: en la década actual lo hace al 1,8% frente al 1,2%, respectivamente; diferencial que debiera permitir disminuir los desequilibrios de consumo energético per cápita en el mundo. La tasa de crecimiento en la demanda es muy superior en el caso de la electricidad, 2,8%, que como energía instrumental o vector ofrece un nivel exerético mayor.

A pesar de la mejora del acceso a la energía que exige el ODS¹ 7 en la actualidad, en relación al ODS 13 se han superado en 2016 todos los techos de emisiones de GEI (gráfico adjunto del flujo de energía y con mayor detalle en anexo H) al haberse alcanzado los 41,5 GtCO_{2e}, y la demanda eléctrica (24,6% del total) especialmente es una gran foco emisor, por lo que la búsqueda de EERR² eléctricas es un objetivo esencial en esa lucha contra el cambio climático. A pesar de ello, 2016 fue el tercer año consecutivo en el que las emisiones mundiales de CO₂ provenientes de combustibles fósiles y de la industria se mantuvieron estables a pesar del crecimiento del 3% de la economía mundial y de una demanda energética mayor, gracias a los avances de las EERR y la eficiencia energética.

La UE se ha comprometido a liderar la lucha contra el cambio climático mundial y ha fijado objetivos alcanzando reducciones entre el 85-90% a 2050/1990, que conlleva cambios sobre las fuentes de energía consumidas en la actualidad, aumento substancial en eficiencia energética y cambios en los modelos de vida.

¹ ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

² EE.RR: De forma genérica las Energías Renovables: Solar, eólica, biomasa, geotermia, hidráulica, oceánicas.

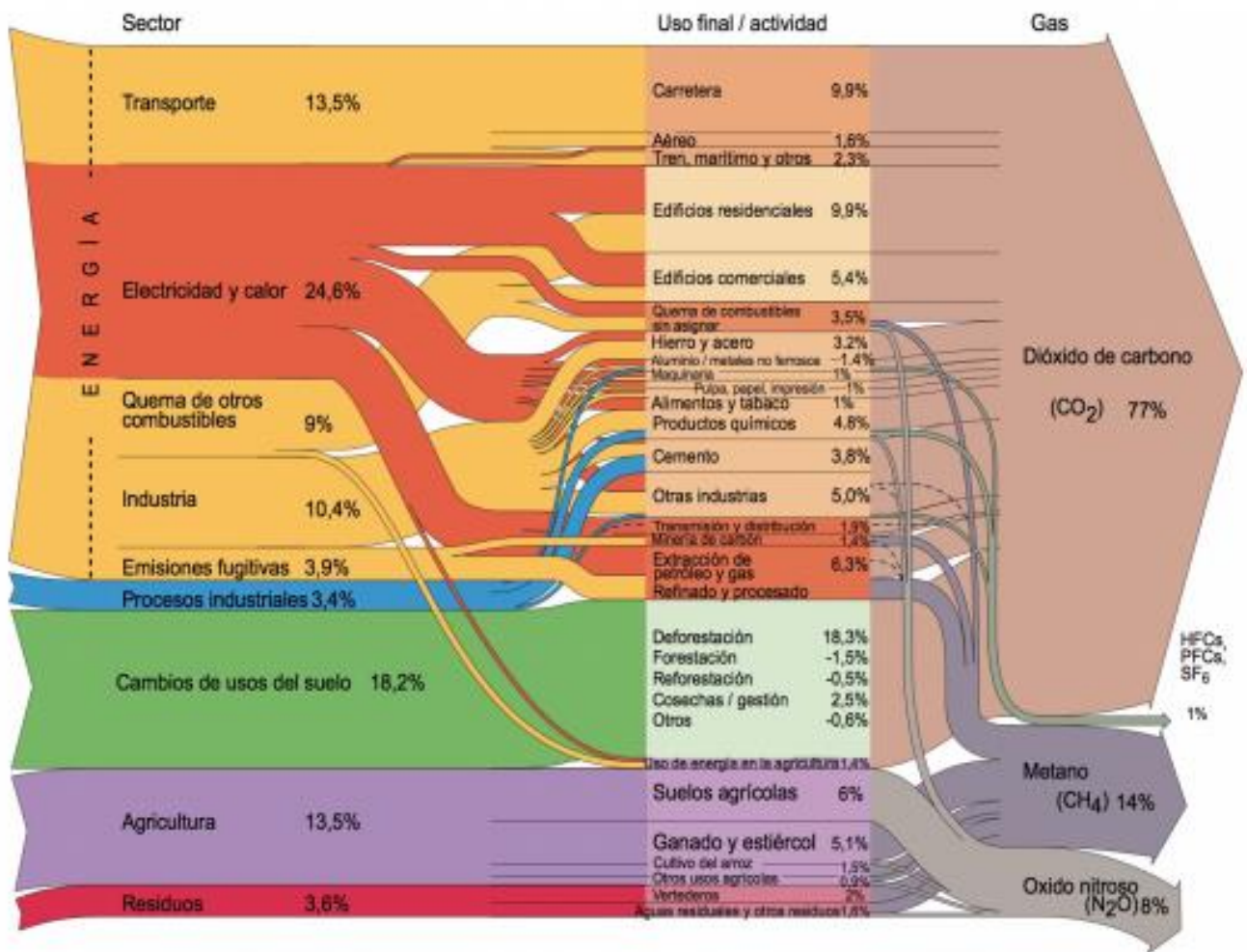


Figura 1. En el campo de las células se podría duplicar eficiencia a través de multiuniones (Fuente: ISE-F)

Los cambios profundos que requiere el sistema global del consumo energético, algunos englobados en la denominada **transición energética**, en el caso de la electricidad son especialmente importantes, por la confluencia de varios factores:

- Deberán convivir durante un tiempo sistemas híbridos permitiendo una transición viable económica y técnica;
- El modelo de generación-distribución debe virar desde sistemas centralizados a distribuidos;
- Los retos de gestionabilidad de redes crecientemente complejas requieren desarrollos tecnológicos avanzados en regulación y control;
- La innovación tecnológica continua de los sistemas de transformación de fuentes renovables demanda profundidad y urgencia
- Los recursos financieros para tal cambio son inmensos especialmente en los países con demandas crecientes;

- La velocidad del cambio está amortiguada por los desarrollos tecnológicos que buscan sistemas más eficientes y los recursos financieros disponibles para el riesgo a asumir y las rentabilidades esperadas;
- Las EERR son las que más están contribuyendo a la transición energética, además de inducir otra serie de beneficios.

Desde GICI³ que agrupa 12 Plataformas Tecnológicas de energía, se ha elaborado una visión a 2030 sobre las ciudades inteligentes, con una imagen resumen de los marcos en los que se desenvuelve la actividad de las diferentes áreas técnicas en su contribución a los **retos de la Sociedad (fig. 2)** recogiendo los instrumentos horizontales, como las TIC y nuevos materiales⁴.

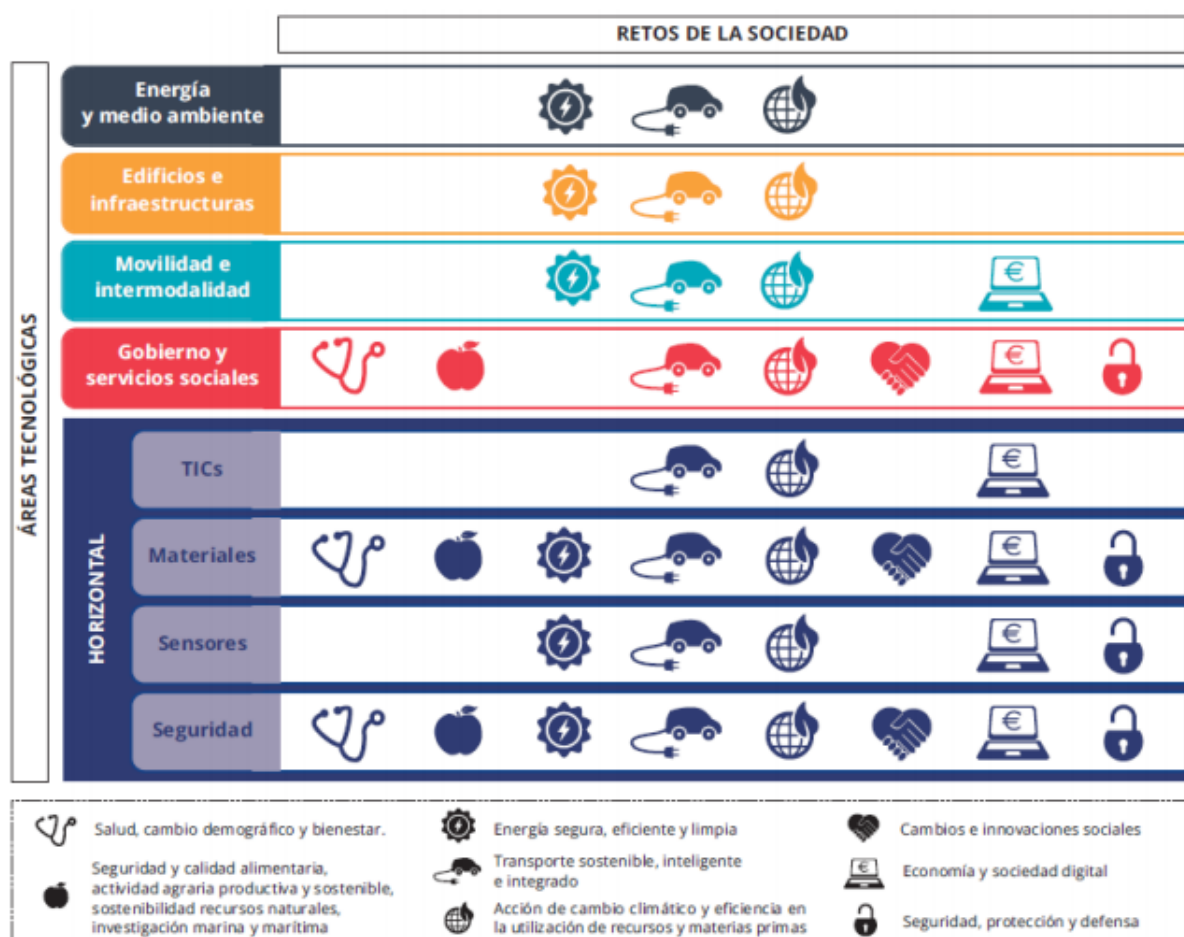


Figura 2. Visión a 2030 sobre las ciudades inteligentes. (Fuente: GICI)

³ Grupo Interplataformas para las Ciudades Inteligentes, ver anexos, foro para cruzar ideas y soluciones en el entorno Ciudad.

⁴ Un ejemplo lo constituye el grafeno, el cual que pudiera representar una oportunidad para el sector FV en diversas aplicaciones.

Nuevos factores están activando este nuevo sistema de generación en el mercado con mayores niveles de competencia, con la entrada de grandes plantas de generación FV centralizada; el autoconsumo, individual y compartido, que abren un escenario de posibilidades inmensas en sincronía con la búsqueda de soluciones para aportar alternativas a las demandas de edificios de consumo casi cero; con integraciones de fotovoltaica en la envolvente del edificio y otras soluciones arquitectónicas.

El complejo sistema eléctrico que ha crecido de forma reticular, centralizado en la generación y mallado en el transporte y distribución, hasta alcanzar al usuario al final de la línea; pasa a convertirse en nuevos sistemas distribuidos de generación y consumo disperso, bidireccionales, y con inyección variable(fig.3). En suma, un modelo al que se camina (España ha pasado de 3.000 generadores a 70.000, en una década) que trastoca, tanto las instalaciones técnicas especializadas, como los modelos de negocio que deben asumir un mercado con nuevos actores y modelos más desarrollados, que induce a cambios en legislación y regulación. De forma ilustrativa el trabajo del MIT recoge en esta imagen las ideas de centralizado versus distribuido, señalando la necesidad de implementar TIC en toda la cadena

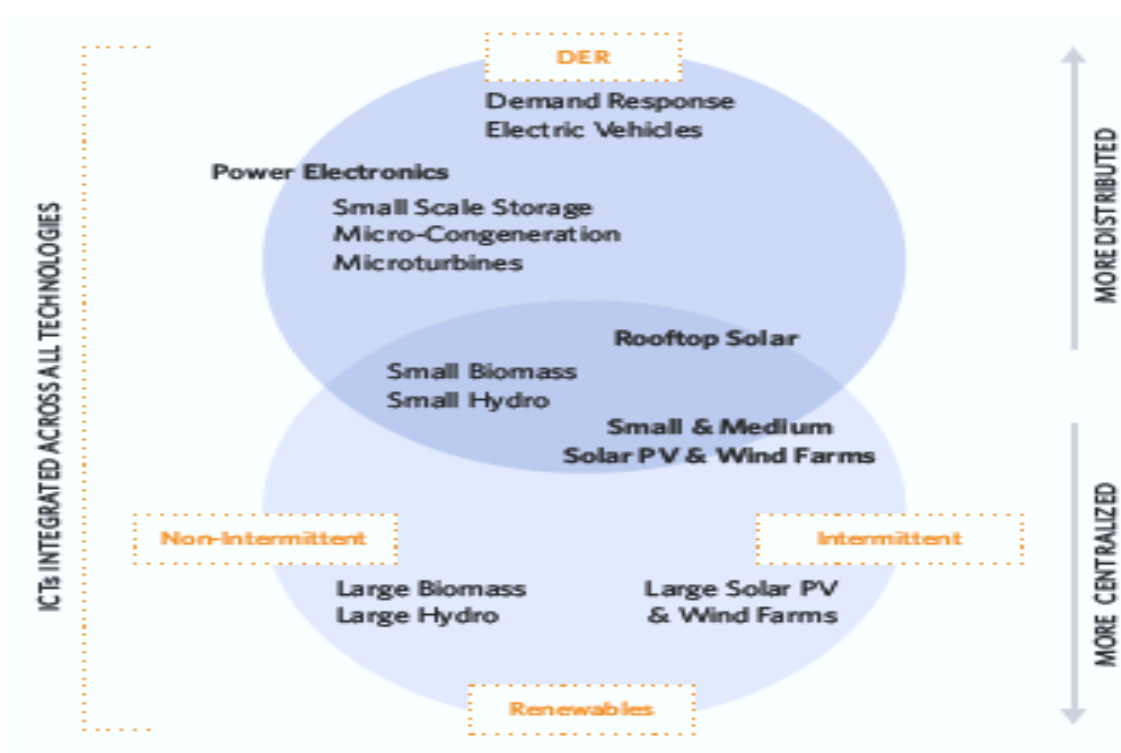


Figura 3. Tipologías de sistemas de generación eléctrica con EERR (Fuente: MIT)

Las alternativas a la electrificación centralizada la constituyen los sistemas aislados, cercanos y lejanos, los bombeos, etc.; que tienen en la FV una solución óptima (inicialmente fueron estas aplicaciones las que demandaron este tipo de tecnología y en las que España fue líder reconocido) para sus demandas que se ven incrementadas por la innovación que permite mejorar la fiabilidad de los sistemas tanto por la robustez de los equipos frente a perturbaciones en el recurso como en la demanda, como por los avances en soluciones mixtas eólico-fotovoltaicas o las mejoras en la respuesta con nuevos sistemas de almacenamiento.

El permanente objetivo de alcanzar niveles de competitividad de los sistemas FV frente a otras formas de generación, ha sido activado desde la I+D+i en eficiencia de las células y convertidores; pasando por las producciones en masa⁵ (de MW a GW) con unas curvas de aprendizaje con tasas de crecimiento alrededor del 20%, induciendo una demanda extraordinaria y una confluencia con los precios del mercado eléctrico o paridad de red, acelerada. Estas curvas de aprendizaje (fig. 4) todavía presentan márgenes para superar otros suelos, pues todavía existen sendas de mejora, objeto del presente documento y que han sido propuestas en escenarios a 2030 (ver anexo G).

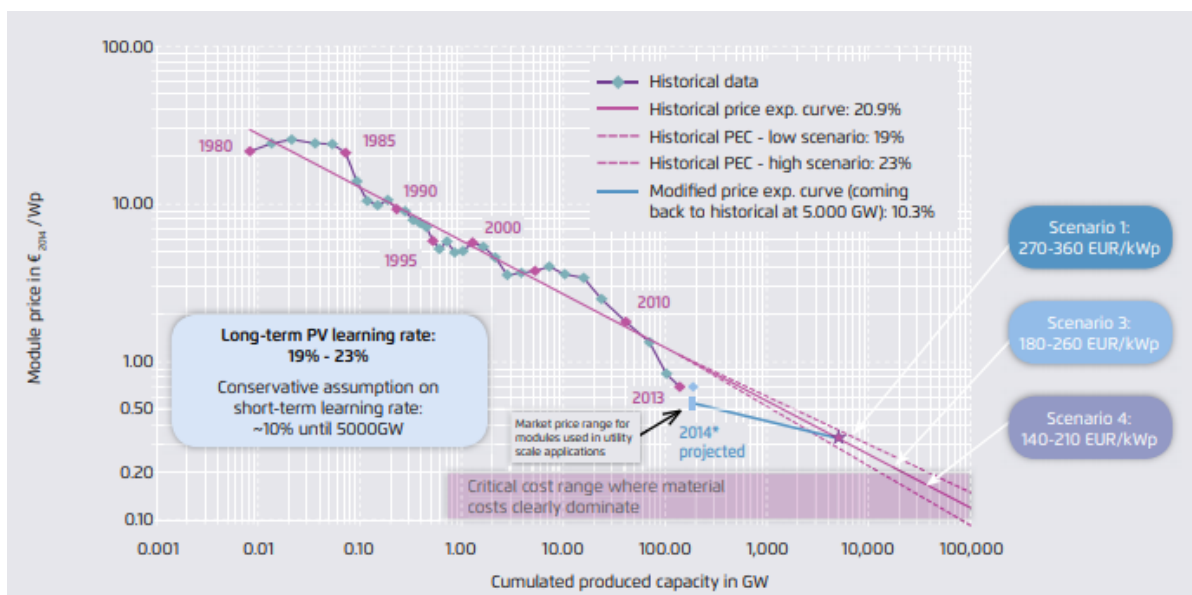


Figura 4. Curvas de aprendizaje en FV (1980 a 2030) en diferentes escenarios (Fuente: ISE)

⁵ Se pasó de inversiones en proceso de fabricación de cientos de millones de euros al principio del siglo a varios miles de millones de euros en la segunda década.

Los estudios⁶ que realiza Creara sobre la aproximación del mercado en diferentes países a los precios de la energía en las redes y el LCOE FV, reflejan un cruce entre las curvas de ambas, para muchos mercados; en especial, para España y el segmento comercial ya ha sido superado con creces. En ese mismo trabajo se analiza el posicionamiento en paridad y regulación para diferentes países, como recoge la fig. 5.

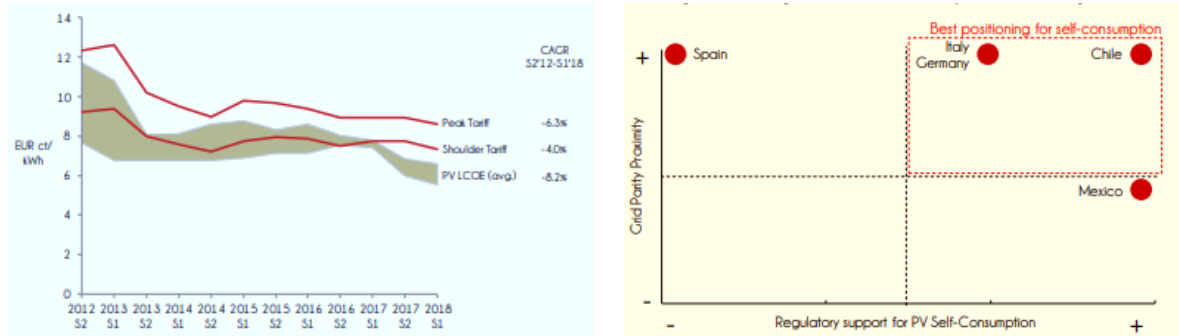


Figura 5. Estudio sobre paridad de los desarrollos FV y las redes en España. (Fuente: CREARA)

En la reducción de costes que sobre las tecnologías de EERR se viene trabajando desde hace décadas, se ha seleccionado la recogida en la fig.6, del DOE, como indicativa de la fuerza que imprime la innovación en los desarrollos tecnológicos, potenciada con el efecto multiplicador que recogen las curvas de aprendizaje⁷.

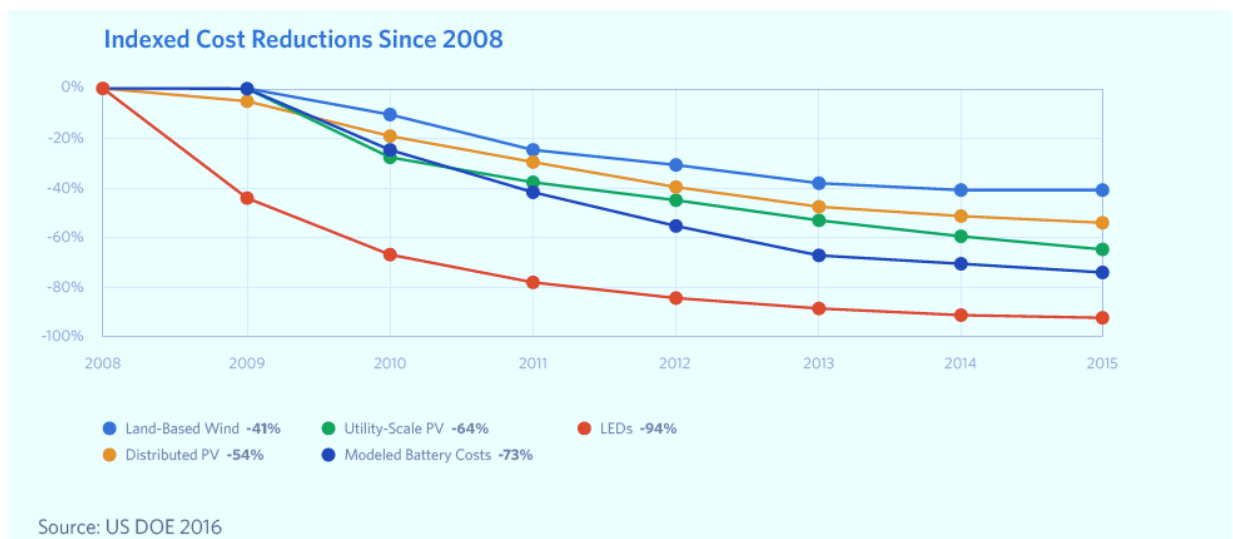


Figura 6. Reducciones de costes de diversas tecnologías (Fuente: DOE)

⁶ Photovoltaic Grid Parity Monitor

⁷ El porcentaje de aprendizaje (LR) o de progreso (PR), para la duplicación del mercado, es $LR=1-2^b=1-PR$.

La reducción de costes es una prioridad para hacer competitiva esta tecnología. Entre los elementos clave de la misma, elemento intrínseco en las curvas de aprendizaje, es la **fiabilidad**⁸ de los sistemas: alargamiento del ciclo de vida, disponibilidad, degradación de eficiencias, costes de O+M, Todos ellos influyen en la bancabilidad o asunción de riesgos por promotores y financieros, y en cuanto a los recursos de I+D+i retroalimentados al sistema por el mercado.

La demanda mundial de energía, según BP, creció de media en la década actual al 1,8%, y en 2016 el 1%; mientras que las EERR aportan el 3,2%⁹ al consumo. Sin embargo, los consumos eléctricos¹⁰ crecieron de media el 2,8% en los últimos diez años y el 2,2% el año 2016. En España la demanda eléctrica en 2017 creció en el 1,3% respecto a 2016.

En 2017, según REN21, en el mundo se conectaron 159 GW nuevos en energías renovables, con una tasa de crecimiento del 8%; totalizando 2.195 GW de potencia instalada; movilizándose en dicho año un volumen de inversiones de 279.800 M€. La solar FV, fig.7, aportó el 62%, 98 GW (la eólica el 33% y la hidroelectricidad el 12%); con lo que se totalizan 402 GW de capacidad FV instalada en el mundo. El precio de la electricidad ofertada en los PPA ha llegado a alcanzar los 26,1 €/MWh.

⁸ En los primeros años de desarrollo, años 80 y 90, en los sistemas FV se registraron fallos de fiabilidad como consecuencia de falta de experiencia y que frenaron la implantación y sirvieron de acicate a la I+D+i, alcanzando un nuevo escalón de fiabilidad que afecta a la reducción de costes: Superados esos niveles, la tecnología se enfrenta a nuevos retos derivados de los altos niveles de penetración, con dispersión en la generación, con requerimientos de códigos de red más estrictos, nuevas demandas de durabilidad sobre equipos ya sometidos a altos niveles de estrés.

⁹ La demanda mundial de energía primaria, según BP, en 2016 fue de 13.276 Mtep, con tasas de crecimiento en la década de 1,8% y en el 2016 del 1%. Las EERR aportaron 419,6 Mtep, con tasas de crecimiento en la década del 16,1% y en 2016 del 14,1%.

¹⁰ El consumo mundial de electricidad en 2016 fue de 24.816 TWh y España consumió 274, 4 TWh (1,1% mundial).

1.2 Visión sectorial general

El mercado FV sigue creciendo a tasas muy altas; uno de los motores es la I+D+i que se hace en este sector, especialmente, por la reducción de costes de fabricación de substratos y células; y, por la mejora de las eficiencias en la conversión solar. La mejora en la eficiencia tiene un efecto multiplicador sobre toda la cadena de valor.

REN21 2018 señala el fuerte avance en el desarrollo de las EERR (fig.3) en las que coinciden y participan elementos comunes, que deben poder potenciar los avances cruzados; entre ellos se destacan:

- Mitigación del cambio climático, mayor calidad del aire local, seguridad de suministro, genera valor y empleo local; y activa la innovación tecnológica.
- El ritmo de crecimiento de todas las renovables crece a tasas del 2,8%, solamente 0,8% por encima del de la demanda; aunque las energías renovables modernas (FV+EO) crecen al 4,7%; frente al carbón y la nuclear que crecen al 1,8%, ligeramente por debajo del crecimiento de la demanda. Sin embargo, en 2016 cayeron las inversiones en renovables en el 23%, un dato en sí mismo preocupante: la masa financiera disponible fue inferior a la del año anterior.
- El transporte sigue quedándose rezagado en penetración de renovables; una oportunidad para los vehículos eléctricos (VEs) y su carga con EERR.
- En vez de invertir en una carga base proveniente de energía fósil o nuclear, los esfuerzos deberían enfocarse en desarrollar EERR gestionables y en movilizar opciones de flexibilidad que ayuden a manejar porcentajes mayores de energía renovable variable.

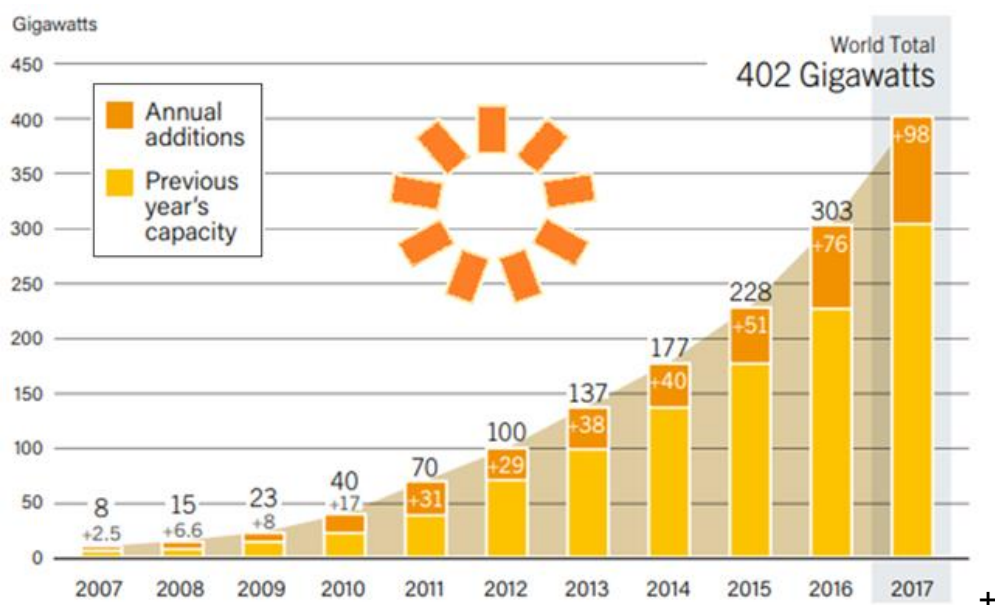


Figura 7. Potencia instalada anual y acumulada mundial (Fuente REN21)

Se confirma, al menos en la década pasada y en todos los escenarios (ver anexo G), que dentro de las energías renovables la tecnología solar es la más aceptada por la sociedad; de ella, la fotovoltaica es la dominante por los múltiples retos que ha superado: abanico de aplicaciones, modularidad, no necesita agua, complejidad hacia electrónica emergente, velocidad de implantación, etc.

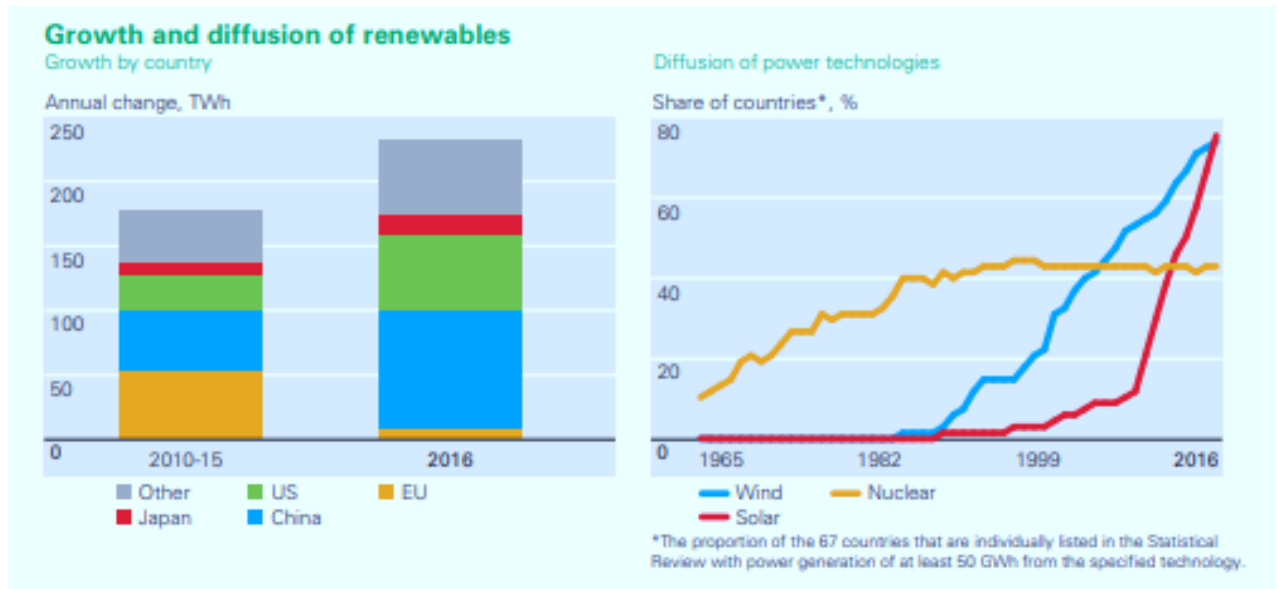


Figura 8. Crecimiento de las EERR y de las tecnologías eléctricas (Fuente: BP)

La caída continua del CAPEX en las tres tipologías clásicas: doméstico, comercial y grandes plantas, y la mejora del LCOE ha llevado aparejada una caída de los incentivos necesarios para su implantación, como recoge las imágenes adjuntas (fig. 9).

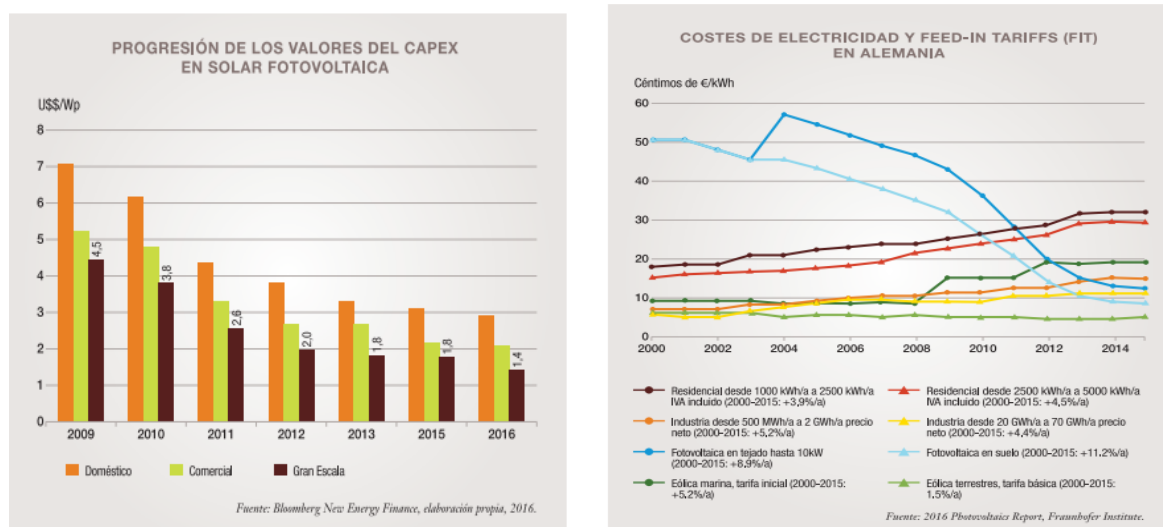


Figura 9. Evolución del CAPEX en tres sectores; y evolución hacia la paridad (Fuente: Bloomberg y ISE-F)

La AIE, task G, ha llevado a cabo un estudio basado en entrevistas cualitativas sobre prioridades que los entrevistados¹¹ consideran importantes (se adjunta imagen en fig. 10) sobre asuntos que podrían mejorar el crecimiento del mercado sin restricciones y en las cuales se entresacan: la necesidad de disponer de un mercado local activo donde llevar a cabo pilotos, desarrollos de donde extraer experiencias para la mejora continua de equipos y sistemas operando en condiciones reales.

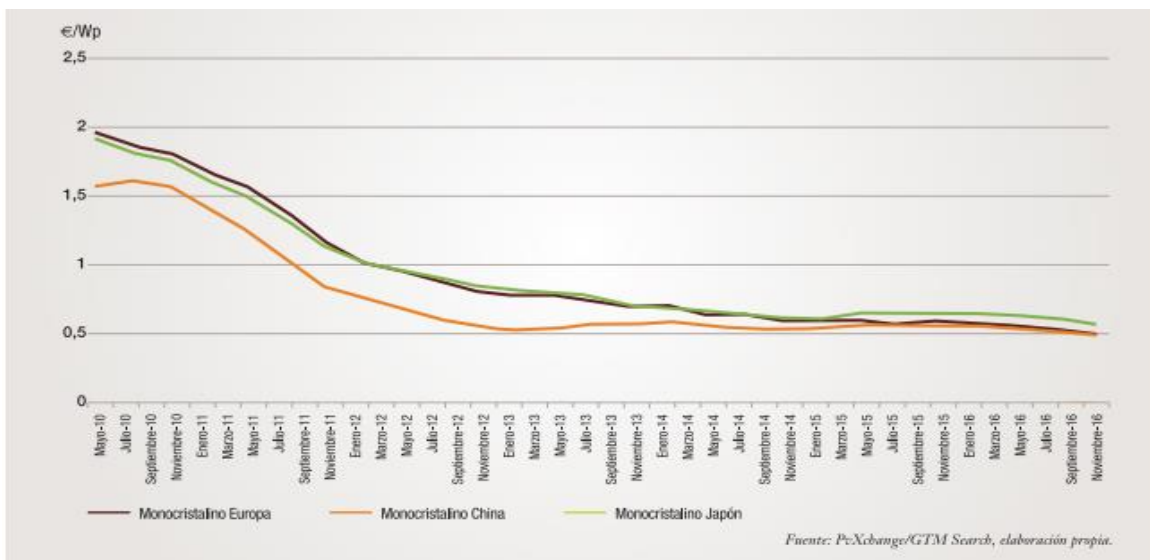
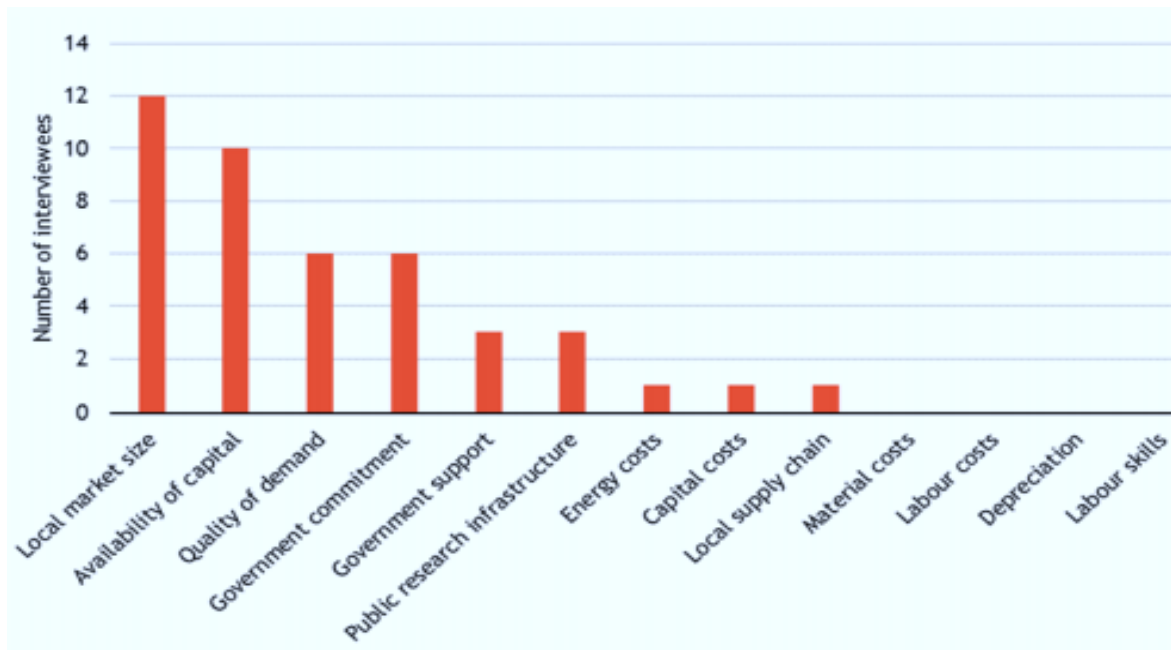


Figura 10. Entrevista sobre factores más críticos en los precios de mercado y la convergencia en precios de mercado UE, Japon y China. (Fuentes: IEA y GTM Search)

¹¹ El Sistema de entrevistas a expertos es el método aplicado en la GEVAL de ALINNE (ver anexo C).

Se anota que los estudios de escenarios (ISE-F y otros, ver anexo G) requieren de unos datos meteorológicos determinados: así, para Alemania, Francia y España se suelen tomar los siguientes ratios, respectivamente: irradiación 1.200, 1.500 y 1.800 kWh/m².a; ratio de producción de 1.200, 1.400 y 1.700 kWh/kWp, con unos PR de 85, 83 y 81%. Se señala que las mejoras en LCOE obtenidas por una mayor irradiación están compensadas en parte por los costes de capital¹², con base en 5% de Alemania frente a referencias españolas entre el 7,5%-10%. Por otro lado, las recientes subastas españolas (a pool) señalan referencias entre 45-50 €/kWh y frente a las 25-35 €/kWh en Chile, Alemania o México. De acuerdo con ellos el LCOE a 2050 se estima a nivel mundial entre 25-44 €/kWh; y, en España entre los 18-31€/kWh, destacando la fuerte dependencia a los costes del capital.

En el campo de la confiabilidad de la tecnología, los análisis de **fiabilidad** de los sistemas FV por componentes señala la necesidad de insistir y resolver determinados defectos¹³, especialmente para mantener una imagen correcta de la tecnología. Así, sobre los módulos, hasta ahora corazón y cara de la tecnología, se señalan los siguientes puntos: conexiones internas, puntos calientes; delaminación y opacidad; defectos en enmarques y encapsulamiento; roturas de vidrios; diodos, cuadros de conexiones y derivación; inversores con su complejidad electrónica (resistencia climatológica y robustez frente a transitorios y cortocircuitos); arcos voltaicos; software de control, etc. La identificación y comprensión de las causas requieren esfuerzos crecientes de investigación en toda la cadena: diseños, test de resistencia, cambios de materiales, etc. todo ello para aumentar la fiabilidad, clave para el desarrollo de la tecnología.

La llegada de nuevos productos al mercado debe adoptarse tras una fuerte etapa de verificación y contraste de especificaciones (eficiencias, resistencia, durabilidad, etc.) de forma que se aseguren niveles crecientes de fiabilidad de los nuevos productos y fabricantes que maduren y asienten la tecnología¹⁴. Esto obliga a superar todo tipo de contenciosos sobre fiabilidad y alcanzar esos nuevos niveles de fiabilidad demandados; potenciando el tejido de I+D+i y en especial los centros de

¹² WACC, Weight Average Cost of Capital

¹³ De acuerdo con un estudio del DOE-NRLE, los inversores han representado el 69% de fallos, las células el 10% y los sistemas el 21%.

¹⁴ Cualquier traspié en este sentido retrasaría el crecimiento mucho más que los muros legislativos, entre otros, pues afectaría directamente a la credibilidad y aseguramiento de los beneficios de los inversores.

homologación y certificación demandando cumplimiento riguroso y actualizado de normas y metodologías de pruebas de resistencia, como la IEC¹⁵, UL, etc.

La tecnología fotovoltaica, además de aportar niveles crecientes de acceso a la electricidad y seguridad de suministro, se ha convertido en una intensa herramienta en la lucha contra el cambio climático y foco de interés mundial (junto a la eólica¹⁶). La aceleración de esta tecnología se ha debido a los extraordinarios esfuerzos en I+D+i propia, que le han llevado al estado actual de la misma, por ejemplo en la mejora de eficiencia de las células (fig.11). Pero también ha sido ayudada por la investigación en otras tecnologías:

- Mejora continua de las eficiencias y fiabilidad de los equipos (células, módulos, seguidores, inversores) con tasas de reducciones de costes (curvas de aprendizaje) muy por encima de las tasas de demanda;
- Las TIC son instrumentos que aportan flexibilidad, seguridad, análisis de riesgos, además de reducción de costes por optimización, etc.;
- El acoplamiento de sistemas amortiguadores de transitorios o de almacenamiento de energía que permiten grados crecientes de penetración en las redes;
- Tecnologías de avanzadas de la regulación y control y electrónica de potencia avanzada que se extienden por las redes permiten niveles crecientes de gestión;
- Otras indirectas como el nuevo escenario de movilidad con los vehículos eléctricos, el acoplamiento a bombas a calor, la hibridación en sistemas insulares, etc.

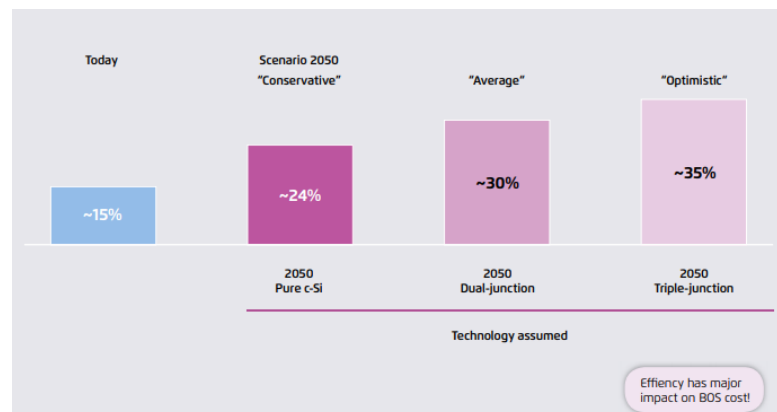


Figura 11. Distintos escenarios a 2050 en la eficiencia de células mediante multiuniones (Fuente: ISE-F)

¹⁵ A modo de ejemplo se destacan las IEC 61215 IEC/EN 61730; UL 1703, que cubren el sector fotovoltaico OCDE.

¹⁶ Ambas tecnologías y es un factor esencial, no necesitan agua para refrigeración de ciclos termodinámicos o para mover turbinas.

Todos estos análisis, concluyen en una serie de escenarios (al menos hay más de 10 de ellos de carácter general y que se basan en diferentes supuestos económicos, tecnológicos y medioambientales, se incluyen dos de ellos en la fig.12; y con carácter general se recogen en el anexo G) que requieren además de gran cantidad de datos técnicos una serie de objetivos seleccionados sobre crecimiento de las tecnologías eléctricas de bajo impacto de carbono. Se recogen en la imagen de acuerdo con ProRES, cuya línea de desarrollo es la descarbonización con reducción radical de los combustibles fósiles, sin opciones esperadas en CCS y abandono de la nuclear; basado en entrada masiva de renovables eléctricas, eficiencia energética y electrificación del transporte y el calor. La proyección verde alcanza los 18.000 GW a 2050 en base al estudio de Greenpeace¹⁷. El estudio de escenarios requiere una cierta especialización y seguimiento, por lo que se incluye en el ámbito del I+D+i, especialmente a la hora de interpretar datos y consensuar marcos tecnológicos para dichos escenarios. Pero son esenciales cuando se trata de aplicarlos con especificidad: regional, influencia de cambios de contexto energético general, medioambiental, etc.

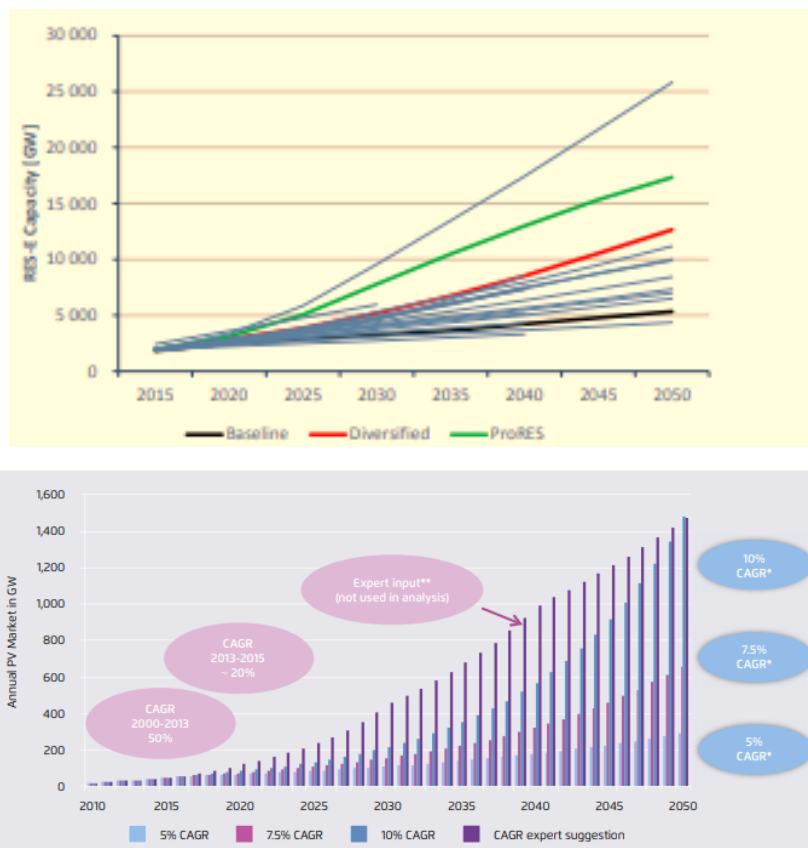


Figura 12. Abanico de escenarios: Greenpeace y Fraunhofer (Fuente: Greenpeace)

¹⁷ Energy Revolution. Greenpeace. 2015

En resumen, la FV ha alcanzado cotas de participación en pocos años muy importantes porque es: una tecnología fiable y competitiva para el suministro de electricidad; en muchos mercados es la más barata, aún sin computar la importante mejora medioambiental que aporta. La regulación y la financiación son los límites reales a la reducción de costes, ya que los avances tecnológicos siguen superando los retos de aprendizaje. Pero, a pesar de la realidad del crecimiento del mercado en la última década, muchos modelos proponen escenarios muy limitados en la participación de la FV; basados en la gestionabilidad y otros retos tecnológicos superados continuamente, por lo que deben ser revisados

1.3 El sector fotovoltaico en la Unión Europea

La UE ha sido durante más de dos décadas (IPCC 1990, Protocolo de Kioto 1997 SET-P, UE 2020) un impulsor decidido de la lucha contra el cambio climático, promoviendo entre otras acciones el desarrollo de las EERR como instrumento para la transición hacia una economía baja en carbono; representando la eólica y la FV sus puntas de lanza más activos con participaciones cercanas al 15% (UE-28).

En 2016 la CE lanza el paquete de Invierno “Energía Limpia para todos los europeos”, un conjunto de medidas para la transición energética hacia la descarbonización de la economía en 2050. Las claves son: eficiencia energética, aumentar el porcentaje de las energías renovables en el mix energético y convertir a los consumidores en agentes activos del mercado eléctrico. Cuantificando los objetivos del marco Clima y Energía para 2030: al menos 40% de reducción/1990 en GEI; al menos 27% de cuota en EERR¹⁸ y, al menos 27% de mejora de la eficiencia energética. En electricidad significa que el 50% debe de provenir de las EERR. Según el seguimiento que se lleva a cabo, este primer objetivo del 2020 está ligeramente por debajo de lo planificado¹⁹., como se puede ver en la fig.13, donde se recoge la evolución de los avances respecto a los NREAP²⁰propuestos por los diferentes países de la Unión.

¹⁸ Nueva propuesta el 34% que se traduce en movilizar inversiones de 62.000 M€/año; y España por encima de los 5.000 M€/año.

¹⁹ España ha dado un ligero acelerón con las subastas eólicas de 2016 y FV en 2017, aunque el mix sigue sin definirse en los escenarios 2020 y 2030 con la LTECC en fase de tramitación.

²⁰ Cada país de la UE ha diseñado su propia senda a través de los National Renewable Energy Action Plans , NREAP



Figura 13. Seguimiento de los objetivos 2020 en la UE (Fuente: EEA)

Los cinco ámbitos que señala la Comisión como beneficiosos de las EERR y en especial de la FV son: seguridad de suministro; la fuerte penetración en el mercado que ha inducido una caída de costes; las medidas en la penetración de las EERR van de la mano y acompañan a la eficiencia energética especialmente en los edificios; donde son un motor de la descarbonización y, lo más destacable para este Plan: permiten liderar la innovación en el mundo en el área de la energía.

La industria fotovoltaica en la UE ha sufrido una gran transformación en los últimos años. El rápido crecimiento del mercado no se ha visto reflejado en la consolidación de la capacidad de producción de módulos en España ni en EU, sino todo lo contrario debido a una importación masiva. Según la Comisión hay cierta industria activa: fabricantes de equipos (63% de la facturación en la UE) y fabricantes de inversores (20% de la facturación de la UE). Así mismo, la alta capacitación y el conocimiento del sector, así como unas sólidas infraestructuras de investigación muy competitivas, están siendo aprovechados por las empresas que están apostando por la fabricación y la prestación de servicios en los equipos basados en la electrónica de potencia, el almacenamiento, la monitorización y la digitalización de las instalaciones. En concreto se ve necesario acelerar con un esfuerzo especial en I+D+i por la reducción de costes de los sistemas de almacenamiento ya que con ello se ayudará a un proceso de despliegue más intenso.

El avance por países de las diferentes tipologías señala motivaciones, regulaciones y legislaciones muy diferentes, como se aprecia por el reparto de las aplicaciones en el

mercado según los países, reflejado en la fig. 14. España se sitúa en la zona de movilización de grandes plantas de generación, frente a Alemania que distribuye mucho más los tipos de aplicaciones entre el abanico de alternativas posible para la integración en red.

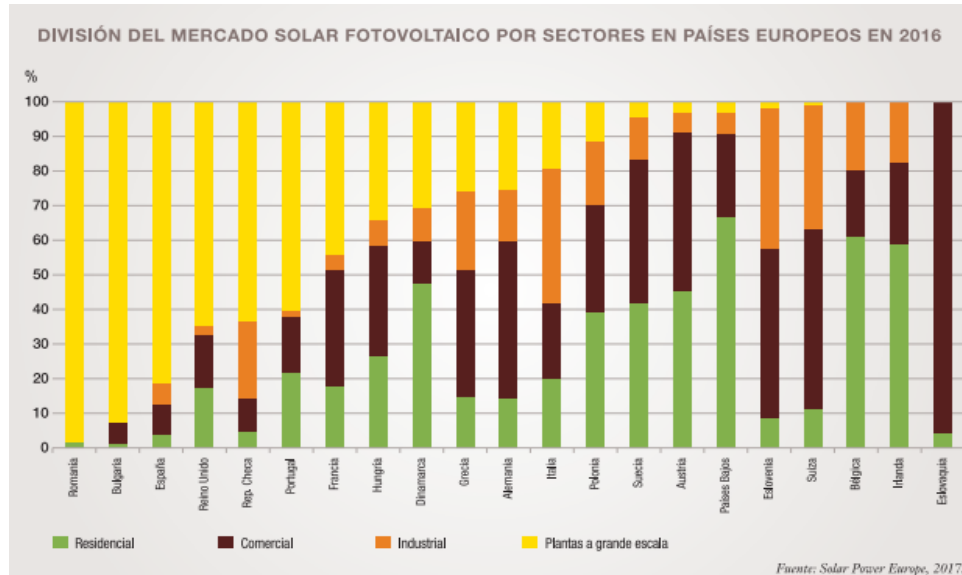


Figura 14. Reparto del mercado por tipologías (Fuente: ENTSO)

Por otro lado, en el conjunto de la EU-28, la penetración de la FV como energía emergente para el mix eléctrico (fig. 15) es evidente; especialmente, lógicamente, en el verano alcanzando **cotas que superan el 8%**; **valor** muy significativo pues se ha logrado en escasamente una década.

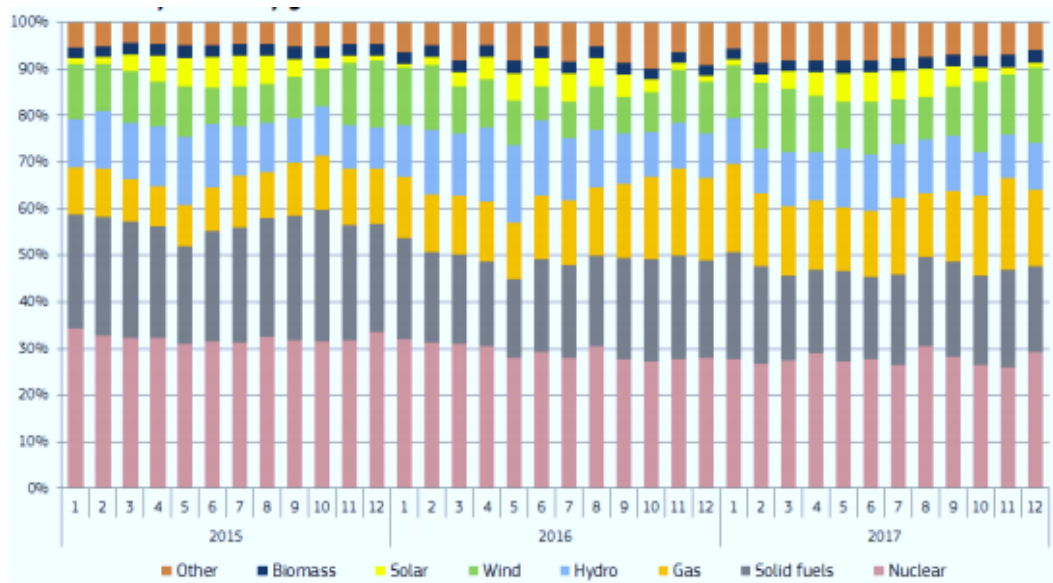


Figura 15. Mix de generación en EU-28 por meses, con un aporte de la solar por encima del 8% (Fuente:SPE)

Sobre los niveles de penetración que se van alcanzando, superando todas las cotas señaladas por los operadores de red, es interesante destacar el porcentaje de potencia instalada en FV respecto a la potencia total eléctrica en los diferentes países de nuestro entorno. De acuerdo con el trabajo realizado por ENTSO-E, fig. 16, a finales de 2016, Alemania lideraba el ranking con el 19,6%, seguida de Bélgica y Italia cercanas al 15%. En el cuadro, se recogen los países más destacables de ese trabajo.

País	%	País	%
Alemania	19,6%	Grecia	12,5
Austria	3,0	Holanda	4,4
Bélgica	15,0	Italia	14,5
Dinamarca	5,5	Portugal	2,3
España ²¹	4,5	R. Checa	10,0
Gran Bretaña	10,2	Suiza	5,5

Figura 16. Penetración de FV en la potencia total por países ENTSO-E

El Paquete de invierno, lanzado por la Comisión europea, mejora el posicionamiento del ciudadano dentro del sistema eléctrico (agregadores de demanda, generación distribuida, autoconsumo), entorno que se ilustra en la fig.17; sin embargo, no recoge los cambios necesarios en el rediseño del mercado eléctrico para una introducción masiva y racional de las energías renovables, básicamente, de costes variables cero. Además, elimina la prioridad de despacho a las renovables, lo que supone una incoherencia al obligar al mismo tiempo a incrementar su participación. Especialmente se señala la necesidad de potenciar el autoconsumo compartido, además de diseñar y utilizar los edificios desde su concepción como generadores; con el apoyo de diversos instrumentos para su gestión, como el **blockchain**.

²¹ Según ENTSO-E es de 6,6; sin embargo REE señala 4,5%. Si España hubiese seguido la senda de Alemania, ahora estaría cercana a los 20 GW (escenario B de UNEF/DELOITTE a 2030); con una generación de FV por encima del 14%. La regulación ha retrasado, al menos 5 años, un crecimiento que hubiera dado una proyección internacional de la industria y servicios que ahora se busca.

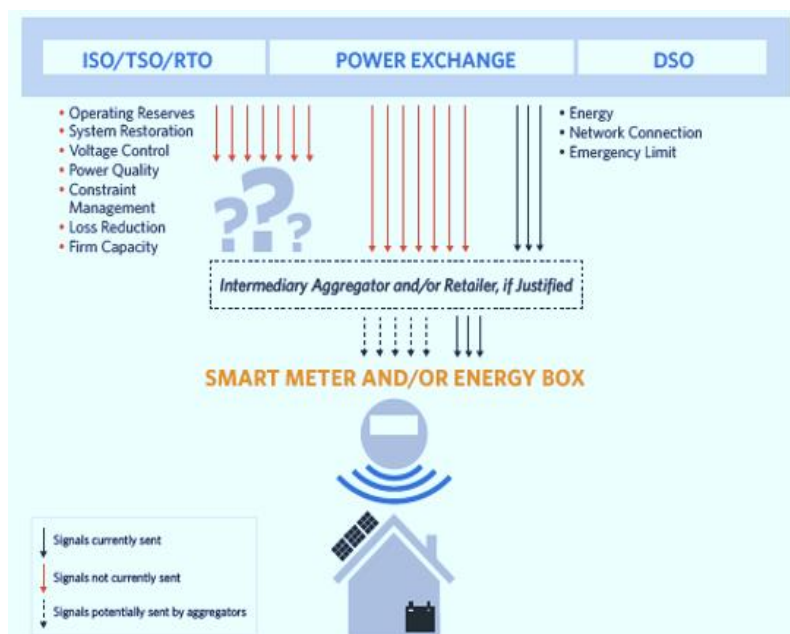


Figura 17. Visión general de las redes con encaje de los agregadores (Fuente: MIT)

El posicionamiento tecnológico, el nivel de TRL²², esencial para situarlo en el ámbito general del I+D+i, en la tecnología FV suele señalarse en un estado final, nivel 9, esto es, tecnologías probadas en condiciones de operación reales; sin embargo, hay nuevos desarrollos y nuevos retos que requieren de esfuerzos adicionales (substratos, electrónica de control, inteligencia artificial, almacenamiento, modelización, etc.,) buscando, en general, nuevas eficiencias para una reducción de costes o reducciones en la huella de carbono; con altos niveles de fiabilidad. Esto es una característica esencial de la FV: la potencia de investigación y de innovación aún en un mercado potentemente desarrollado, anticipando la capacidad de superación de nuevos retos.

Un análisis realizado por la Comisión Europea en 2015, sobre el mercado para la industria de fabricación de equipos europea se refleja en la imagen recogida en la fig. 18: sobre un volumen total del mercado de equipamiento valorado en 33 B\$ la UE solamente interviene aprox. 4,5 B\$, esto es el 15%, en equipamientos diversos e inversores.

²² *Technology readiness level*, clasificación de 1-9 señala la posición de una tecnología en su estado de madurez entre la investigación básica y el mercado.

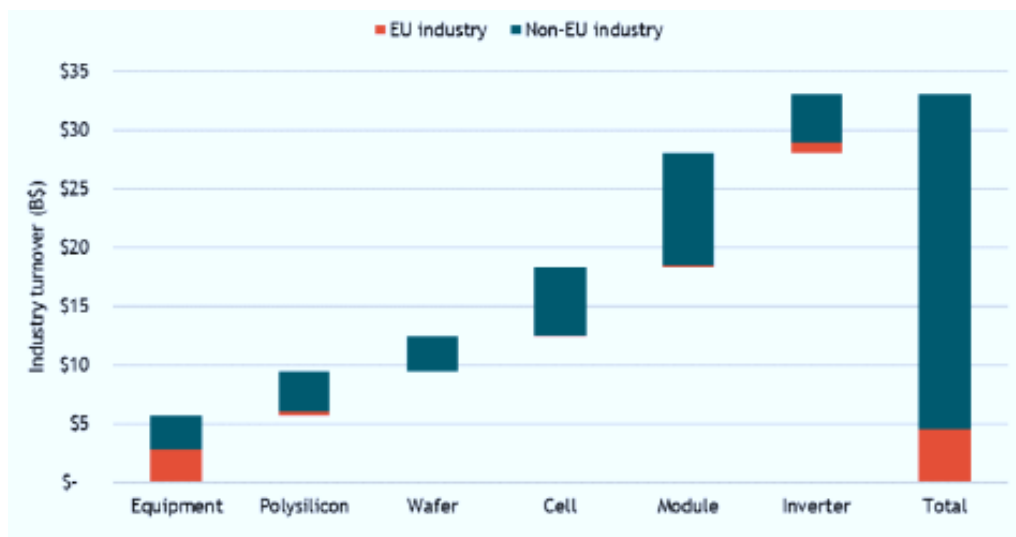


Figura 18. Volumen de ventas en fabricación de equipos en toda la cadena de valor en 2015 (Fuente: European Commission)

Ante esta situación la UE, en la que España ha sufrido especialmente²³, habiendo sido pionera en el esfuerzo de I+D+I, ha sido barrida del mercado pues solamente alcanza una cota del 15% y suministra algunos de los componentes²⁴, propone una nueva estrategia para que los nuevos desarrollos vuelvan a ser liderados por empresas de la UE, buscar el liderazgo en BoS e inversores y en un mercado especializado tal como se recoge en la fig. 19, y, al mismo tiempo, propone mantener altos niveles de independencia en la seguridad de suministro de materias primas y componentes, para evitar burbujas como la ocurrida en la crisis del polisilicio en 2008.

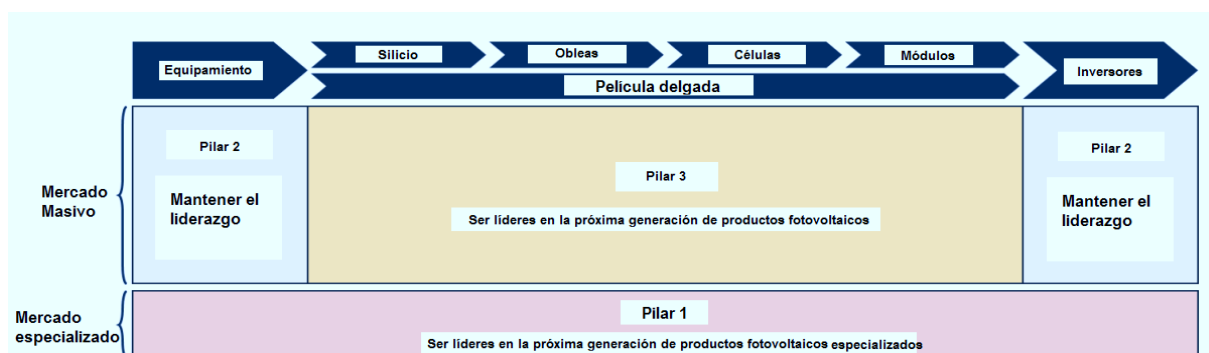


Figura 19. Estrategia europea de desarrollo tecnológico e industrial para el sector FV (Fuente: Comisión Europea)

²³ Empresas pioneras y punteras como ISOFOTON, BP, Gadir Solar, Cel Celis, Soliker, etc.

²⁴ Assessment of Photovoltaics (PV) Final Report. Abril 2017.

Las medidas que propone la Comisión Europea en 2017 para activar la industria sectorial propia se dividen en cuatro apartados: I+D+i, demanda, suministro y mercado. En concreto:

- en I+D+i, apoyo a la investigación pública y a una protección de “nuestro” conocimiento.
- Activación de la demanda buscando nichos de mercado a medida y etiquetado amplio;
- en suministradores, facilitando acceso al capital y la formación;
- y en mercado, la internacionalización de la industria UE.

Así mismo, en la fig.20 se recogen las medidas a implantar: regulatorias, estandarización, etiquetado, acceso al capital y potenciar la formación de los clústeres; protección y transferencia del conocimiento (patentes y marcas), y especialmente, la cooperación internacional, especialmente en el espacio europeo. Se señala en el cuadro mencionado los costes de tales medidas y los beneficios que podrían esperarse de ello.

Type	Measure	Timeframe	Costs	Benefits for the EU industry	Broader benefits
Demand	Building obligations	Short/mid-term	Admin + legislative changes (EUR 1 million – EUR 5 million)	Increased sales opportunities for tailored PV products	Increased employment in installation, maintenance and construction sectors, CO ₂ emission reductions
	Public procurement	Short/mid-term	Admin + legislative changes (EUR 1 million – EUR 5 million)		
	BIPV standardisation	Mid-term	Admin + legislative changes (EUR 1 million – EUR 5 million)		
	Panel and inverter labelling	Mid-term	Admin + legislative changes (EUR 1 million – EUR 5 million)	Launching market for high-performance PV products	Better transparency for consumers, enhanced innovation in PV
Supply	Access to capital for SMEs	Short/mid-term	Admin + (potential) financial support (>EUR 5 million)	Improved access to capital for scaling up	N/A
	Cluster formation	Short/mid-term	Admin + (potential) financial support (>EUR 5 million)	Increased productivity, innovativeness and entrepreneurship	Increased employment in related industries and the research sector
RD&I	Public research funding	Short/mid-term	Administrative costs only (<EUR 1 million)	More relevant public research results	N/A
	Knowledge protection & transfer	Long-term	Admin + legislative changes (EUR 1 million – EUR 5 million)	Preferential access to knowledge	N/A
Trade	International cooperation	Short/mid-term	Administrative costs only (<EUR 1 million)	Better sales opportunities in emerging markets	N/A

Source: Own elaboration based on Task H report.

Figura 20. Cuadro de medidas propuestos por CE (Fuente: Ass. Ph. 2017).

Recientemente²⁵ se ha llegado a promulgar la nueva Directiva de Renovables, publicada en el curso de la redacción del presente documento, entre la Comisión, Parlamento Europeo y Consejo de la UE. Los puntos principales acordados son los siguientes:

Objetivo

- El objetivo de energía renovable en energía final queda en el 32%, habiendo una cláusula con su posible revisión al alza en 2023 (una mejora respecto de la propuesta inicial del Consejo y de la Comisión del 27%).
- Si la Comisión considera que la suma de las contribuciones nacionales no está en línea con el objetivo general de la UE del 32%, la Comisión y los Estados miembros tomarán medidas correctivas según lo establecido en la Directiva de Gobernanza.

Comunidades de autoconsumo y energía renovable

- Autoconsumo: se reconoce el derecho básico de convertirse en autoconsumidor de energías renovables, individual o colectivamente, sin estar sujeto a condiciones excesivamente gravosas o discriminatorias.
- Derecho básico a la autogeneración, el consumo, el almacenamiento y la venta de electricidad excedente renovable a la red, al menos a valor de mercado.
- No habrá cargos la energía autoconsumida por lo menos hasta diciembre 2026.
- A partir de 2027, exención de los cargos de autoconsumo a instalaciones menores de 25 kW de potencia instalada, limitado a la participación general del autoconsumo del 8% de la capacidad total de electricidad instalada. Los Estados miembros deberán realizar un análisis de coste-beneficio que debe demostrar el impacto negativo de la exención de cargos en el sistema antes de introducirlos.
- Implantación de modelos de arrendamiento que den acceso a las renovables a sectores más amplios de la sociedad (propiedad de terceros de las instalaciones y autoconsumo compartido).
- Reconocimiento por primera vez de las Comunidades de Energías Renovables como actores, a la vez que se garantiza el control local y la propiedad.

Procedimientos y permisos administrativos

²⁵ DIRECTIVA (UE) 2018/410 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 14 de marzo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para intensificar las reducciones de emisiones de forma eficaz en relación con los costes y facilitar las inversiones en tecnologías hipo carbónicas, así como la Decisión (UE) 2015/1814

- Procedimientos administrativos simplificados para pequeños proyectos solares con la introducción de una ventanilla única y plazos de autorización más cortos de hasta un año para instalaciones de menos de 150kW.
- Pequeños proyectos solares iguales o menores a 10.8 kW pueden conectarse a la red con una simple notificación al operador del sistema de distribución.

Esquemas de apoyo y cambios retroactivos

- Un reglamento común para los esquemas de apoyo y la organización de licitaciones para subastar energía renovable.
- Los Estados miembros se reservan el derecho de aplicar licitaciones específicas por tecnología y prever procedimientos alternativos de licitación o exenciones.
- No hay cambios retroactivos para los proyectos retribuidos, es decir, no hay cambios en los esquemas de apoyo existentes que tengan un impacto negativo en los derechos conferidos por los mismos y menoscaben la viabilidad económica de los proyectos.
- Los Estados miembros deberían publicar un cronograma a largo plazo que anticipe la asignación esperada de la ayuda, que cubra al menos los cinco años siguientes y reduzca la incertidumbre de los inversores.
- La apertura de esquemas de apoyo sigue siendo voluntaria con una cláusula de revisión en 2023 para reevaluar una apertura obligatoria parcial.

Garantías de origen

- Alcance: cubre la electricidad y el gas; calefacción y refrigeración voluntaria.
- Sin subasta.
- Los proveedores de energía deben publicar su mix energético mediante el uso de GO (excepto en el caso de ofertas comerciales no registradas, o excepto cuando un Estado miembro decida no emitir garantías de origen a un productor que recibe ayuda financiera de un esquema de apoyo).
- La Comisión presentará un informe que evalúe las opciones para establecer una etiqueta de adicionalidad a fin de promover el uso de renovables provenientes de nuevas instalaciones.

Transporte

- Objetivo de renovables en transporte del 14% para 2030.
- Objetivo secundario para biocombustibles avanzados: 3,5% para 2030.
- Multiplicadores para vehículos eléctricos de 3,5 para cumplir el objetivo.
- La Comisión debe establecer un marco que garantice que los vehículos eléctricos se alimenten de fuentes de energía renovable de instalaciones nuevas.

La valoración que hacemos del texto final es positiva, especialmente porque se abre un camino para el autoconsumo con el que no contábamos hace unos meses.

Nos congratulamos especialmente de haber contribuido desde FOTOPLAT a la consecución de este hito tan importante para la fotovoltaica y el autoconsumo.

Nos congratulamos especialmente de haber contribuido desde UNEF a la consecución de este hito tan importante para la fotovoltaica y el autoconsumo.

Finalmente, después de varios años de discusiones y aproximaciones se ha publicado la DIRECTIVA (UE) 2018/410 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 14 de marzo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para intensificar las reducciones de emisiones de forma eficaz en relación con los costes y facilitar las inversiones en tecnologías hipocarbónicas, así como la Decisión (UE) 2015/1814; Directiva que Fotoplat considera debe marcar el camino a seguir en los próximos años tanto a los actores del mercado como las direcciones que el ecosistema de I+D+I debería seguir.

1.4 El sector fotovoltaico en España

España ha invertido y apostado por esta tecnología desde hace décadas; ahora que el mercado está consolidado debería recoger los beneficios de un mercado interno y del global. La definición de una estrategia industrial y en el ámbito de la investigación, son imprescindibles para consolidar el tejido industrial remanente y para la creación de nuevas oportunidades de alto valor añadido.

En España el sector FV ha vuelto a crecer, después de varios años de bloqueo; sin duda las subastas de 2016 y 2017 sirvieron, al menos para confirmar la fiabilidad y confianza en la tecnología por parte de la Administración y los promotores; aunque por el propio modelo de subasta se abre solamente al grupo de las grandes instalaciones. La evolución de la potencia instalada puede apreciarse en la fig. 21, con un periodo en blanco que debe recuperarse tras la entrada de nueva potencia vía subastas o por la solicitud de autorizaciones abiertas. El desarrollo territorial se visualiza claramente en el mapa recogido de REE, en la mencionada fig.21, con un fuerte paralelismo con el recurso solar y otros motores como los altos niveles de conciencia socio-ambiental.

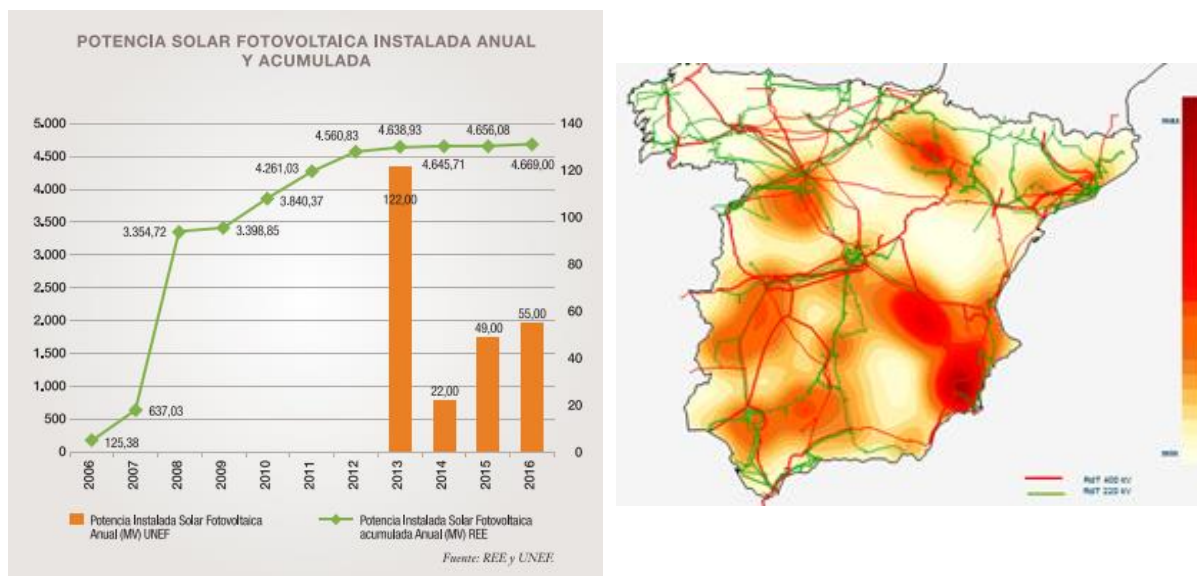


Figura 21. Evolución de la potencia FV instalada en España por años y acumulada (Fuente: UNEF); y Mapa de distribución territorial de las instalaciones FV en la península a final 2016 (Fuente: REE)

Durante los últimos cinco años el sector fotovoltaico en España ha sufrido una moratoria profunda; a pesar de ello, las empresas de servicios, no industriales, han reaccionado internacionalizándose y especializando sus servicios (EPC y otros). A

pesar de ello, la actividad del parque actual y la internacionalización ha permitido alcanzar una contribución al PIB de 2.801 M€, fig. 22; con un empleo adscrito de 7.165 personas; con una inversión en I+D del orden del 3%, muy por encima del 1,2% del conjunto de España.

El tejido español de industrias está formado por el 90% de micropymes y el 8% de pequeñas empresas, formando un tejido de instaladores, distribuidores, ingeniería y consultoría, además de la operación y el mantenimiento.

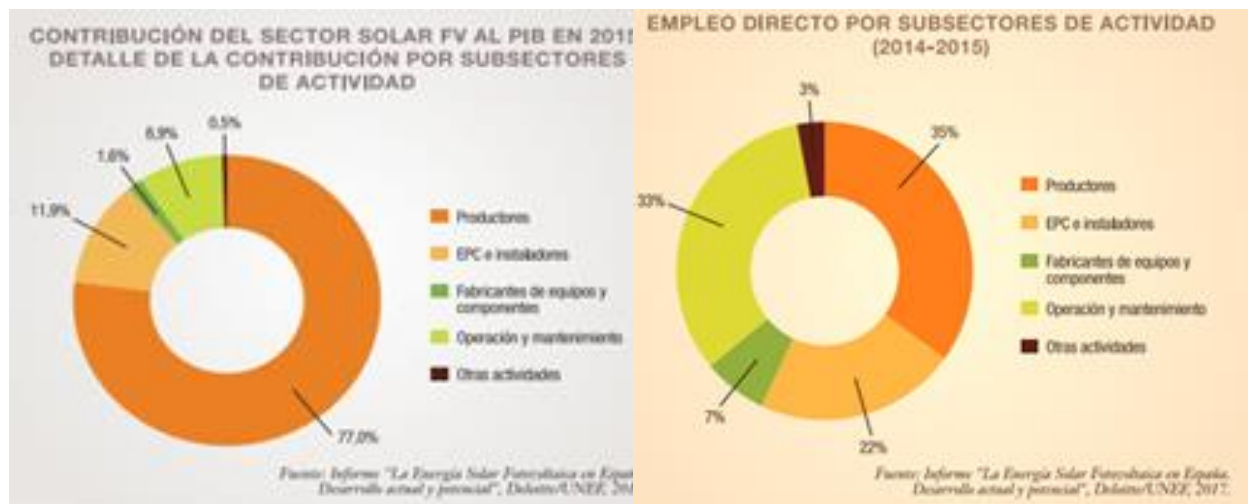


Figura 22. Contribución al PIB del sector FV y empleo por subsectores (Fuente: UNEF, Deloitte)

Hace una década que la tecnología FV salió del grupo de otras EERR, pasando a tener escaño propio, hasta que 2017 alcanzó cifras importantes como que la potencia instalada ya representaba el 4,5% de toda la potencia en operación en España y que la energía generada ya contribuía al consumo con el 3,1%. En el análisis anual y estacional se señala la variabilidad del recurso, pero se destaca la fiabilidad de la tecnología y su predictividad. Los indicadores más destacables se recogen en la fig.23, destacando valores ya significativos de la aportación de la energía solar fotovoltaica al suministro de energía eléctrica.

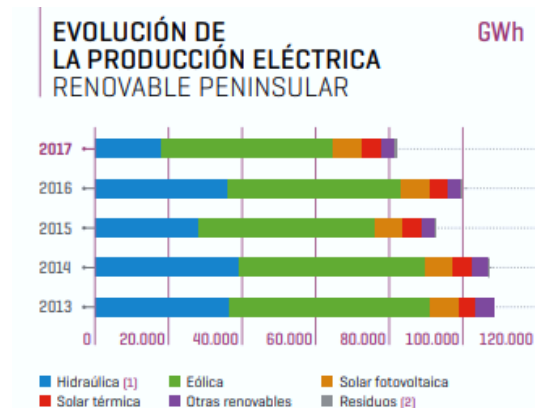
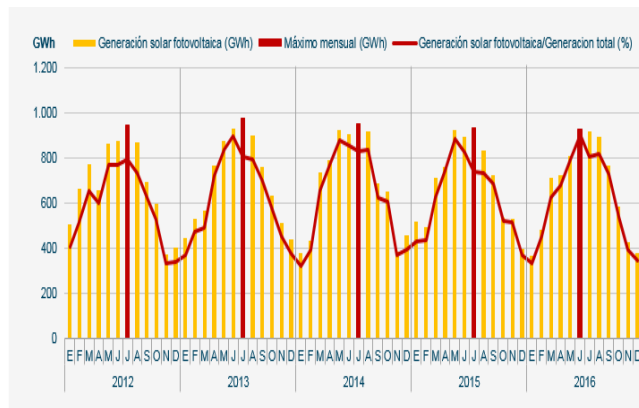


Figura 23. Mix eléctrico español 2017: potencia, cobertura y aportación al sistema eléctrico (Fuente: REE)

Un análisis sectorial de las empresas españolas clasificadas por actividades se recoge en la fig.24, con señalamiento expreso de empresas en promoción y producción, fabricantes de equipos, los “EPCistas”, las ingenierías y consultoras y el destacable tejido de instaladores y distribuidores; es decir un verdadero grupo de actividad preparado para cualquier tipo de reto. Además, y dado que es el objeto del presente documento se completa con el mapa del tejido y actividades que desarrollan los agentes de I+D+i, el importante grupo de empresas de O+M y las entidades financieras de inversión, motores principales de la actividad.



Figura 24. Empresas españolas del sector FV, por actividades (Fuente: UNEF)

Los agentes científicos-tecnológicos españoles son un referente a nivel mundial, aunque se configuran como entes relativamente aislados, en general, y con una masa crítica mínima para acometer grandes proyectos o equilibrar adecuadamente la participación en consorcios internacionales. La combinación público-privada está poco desarrollada, en general.

Las empresas de O+M que en la mayoría de los casos no son específicas de la tecnología, aunque se completan con especialistas, aportan un valor técnico muy alto al propio crecimiento y fiabilidad de la tecnología, pues su objetivo es la optimización de la operación y lograr el máximo de disponibilidad de las plantas.

El sector industrial español, similar al europeo, destaca, sin embargo, por la alta capacidad de internacionalización al posicionarse como líderes mundiales en ingeniería, construcción y suministro de sistemas fotovoltaicos mercados muy diferentes. Este valor debe verse como un motor de arrastre para numerosas empresas españolas de toda la cadena de valor: consultorías, instaladores, distribuidores de materiales diversos y, especialmente, en inversores y estructuras/seguidores.

Existen algunos estrangulamientos infraestructurales para un desarrollo masivo de la FV para 2030 y más allá, además de los financieros o regulatorios, como apunta REE²⁶ y cuyo resumen se recoge en la fig. 25, con la lista de retos señalando paralelamente las soluciones demandadas al campo tecnológico en: modelos de gestión de la demanda, predictividad y códigos de red avanzados.

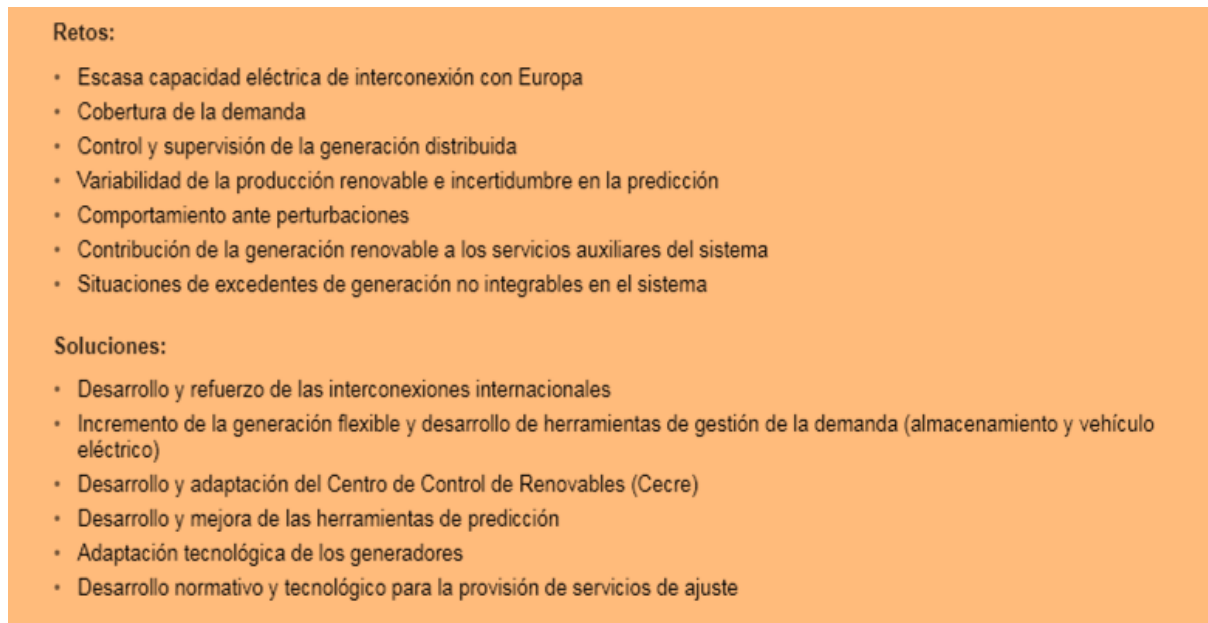


Figura 25. Análisis de la situación de las redes españolas frente a la integración masiva de la FV. (Fuente: REE)

Se observa un avance significativo en España, que va a influir en la regulación del autoconsumo y que recoge la propuesta de RD (junio 2018), ver anexo I, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución²⁷ al reconocer de manera directa la necesidad de fomentar este tipo de desarrollo de la generación distribuida y su definitiva incorporación al sistema eléctrico como modelo maduro. El mercado de autoconsumo es esencial en paralelo con el desarrollo de las grandes plantas de generación.

²⁶ REE es responsable de verificar las capacidades técnicas de las redes para asumir las potencias solicitadas de grandes instalaciones, por encima de los 20 GW; junto a las CCAA en potencias bajas y los distribuidores que deben analizar las capacidades de sus redes.

²⁷ La fijación de precios sobre el uso de las redes para la distribución o el respaldo deben ser justos evitando tensiones injustificables de carácter procedimental, técnico, jurídico o económicos, trasladando los incentivos, en su caso, hacia la producción.

Los tres escenarios propuestos en el trabajo de UNEF y Deloitte a 2025 y 2030, con tres niveles de activación diferentes según los casos, y que se recoge en la fig.26. Estas cifras significan movilizar inversiones muy importantes, entre 1.500 M€ y 1.800 M€ al año, que es necesario captar/atraer del complejo mercado de capitales. A esta activación contribuirá: desde lo tecnológico con precios unitarios a la baja y aumento de la fiabilidad de los sistemas; y, especialmente la estabilidad jurídica. El número de empleo generados a 2030 deberá multiplicar por tres el actual, además de aumentar la cualificación técnica que todo arrastre tecnológico conlleva, entre otros beneficios.

PREVISIÓN DE EVOLUCIÓN DEL SECTOR PARA 2025 Y 2030 DE ACUERDO CON DIFERENTES ESCENARIOS: PREVISIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS PRINCIPALES INDICADORES							
	2015	2025			2030		
		ESCENARIO A	ESCENARIO B	ESCENARIO C	ESCENARIO A	ESCENARIO B	ESCENARIO C
Potencia instalada (MW)	4.662	5.954	9.874	15.074	6.754	13.124	21.574
Potencia instalada cada año (MW)		160	650	1.300	160	650	1.300
Contribución al PIB (Millones € 2015): directo + efecto arrastre		2.976	3.559	4.192	3.145	4.343	5.715
Empleo (Nº profesionales): directo + efecto arrastre		12.545	15.745	17.058	13.528	20.197	23.606

Figura 26. Análisis de escenarios a 2025 y 2030 del sector FV español. (Fuente: UNEF y Deloitte)

En España la integración de la energía solar fotovoltaica en entornos construidos (edificios, infraestructuras, espacios públicos, etc.) ha recibido menor atención que otras aplicaciones fotovoltaicas, fundamentalmente la construcción de centrales. Sin embargo, se necesita avanzar en la integración de la fotovoltaica en la edificación para cumplir con las líneas definidas en el Paquete de Energía Limpia de la Comisión Europea, que pretenden, entre otros objetivos, descarbonizar el stock de edificios a 2050. Existe otro objetivo europeo más cercano, que es que a partir de 2021 todos los edificios nuevos deberán ser “de consumo de energía casi nulo”, es decir, cubrir en muy amplia medida sus necesidades energéticas a partir de fuentes renovables, lo que tendrá una gran influencia en el sector FV.

El tejido industrial, que atiende a una extensa y creciente demanda de equipamientos y servicios, se completa con un tejido tecnológico que lo impregna y que es la fuerza de la I+D con centros y departamentos de investigación de Universidades, Centros Tecnológicos, OPIs, OTRIs; todos ellos constituyen el verdadero sector fotovoltaico español; sector que lucha por hacerse un espacio en competencia con instituciones, corporaciones y otras empresas muy potentes del mundo; y muy especialmente de Europa.

Las empresas y los agentes de investigación acuden a las convocatorias europeas H2020, y nacionales CDTI o MINECO). El SET Plan (Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas) busca mantener/recuperar el liderazgo en renovables (esfuerzo en innovación, en implantación y empleo), perdido en parte por la apuesta decidida de otras economías, especialmente EEUU y China que han estado, en cierta forma, al socaire de los desarrollos europeos hasta bien entrado el 2014 y han decidido acelerar sobrepasando a las tecnologías europeas en muchos aspectos; es en cierta forma una batalla tecnológica con pérdidas de mercados, empleos y tejido.

2 CONTEXTO TECNOLÓGICO EN FV

2.1 Ecosistema de la I+D+i

La tecnología FV ha realizado un largo recorrido para alcanzar los niveles actuales de fiabilidad, y debe hacer frente al reto de liderar el mix energético del 2050, para lo cual necesita esfuerzos continuos en I+D+i para controlar calidades en todo el proceso de implantación, desde la fabricación de equipos hasta su integración en redes eléctricas. Precios y fiabilidad es el reto en un mercado en competencia con otras tecnologías de generación altamente agresivas y resilientes.

El mapa de la I+D+i e industrial en FV está formada por diversidad de departamentos de investigación de Universidades, Centros Tecnológicos, Organismos Públicos de Investigación (OPIs), departamentos de empresas, e incluso Oficina de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRIs); en resumen, existen identificados 47 grupos y 4 centros de certificación y homologación. En total el número de investigadores y tecnólogos es de 497 (incluyen las personas del equipo necesario para el funcionamiento del grupo), que respecto a los empleos del sector significan el 6,2 %; cantidad equilibrada en general. En principio, los objetivos particulares de cada uno de los intervinientes en la cadena de valor, podría referirse a las siguientes misiones recogidas en la fig.27, identificando una serie de actores principales y marcando sus objetivos.

ACTORES	OBJETIVOS
FINANCIADORES	Recursos económicos de riesgo variable para la cadena de valor
EMPRESAS Y PROMOTORES	Fabricación de productos fiables, de alta calidad y satisfacción al cliente. Gestión de plantas generadoras. Herramientas de gestión.
FORMACIÓN PROFESIONAL ESPECIALIZADA	Preparación de profesionales en ingeniería, instalación, O+M, seguimiento
INGENIERIAS Y CONSULTORIAS	Herramientas de diseño y gestión de proyectos; y experiencias en verificación y control. Modelado.
CERTIFICACIÓN:	Experiencia sobre estándares de calificación.
CCTT	Esfuerzo hacia el conocimiento y la fiabilidad de sistemas. Grandes proyectos y largo plazo.
OPIs	Educación y formación de investigadores y tecnólogos. Investigación básica y transferencia.

Figura 27. Actores en la cadena de valor de sistemas FV. (Fuente: Fotoplat)

La clasificación más general del sector FV que permite centrar las tareas en I+D+i, en cuanto al equipamiento específico de la tecnología, suele recogerse en un esquema como el representado a continuación en la fig.28; en suma, el sector se compone no solamente del generador fotovoltaico, sino de un conjunto de componentes y equipos que permiten el acoplamiento a las redes existentes con fuentes de diversos orígenes y tecnológicamente muy distintas.

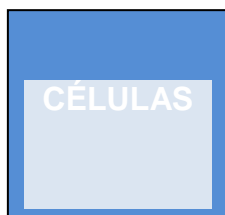


Figura 28. Clasificación del sector FV en cuanto al equipamiento específico de la tecnología

En otro plano de análisis por actividades, el sector puede estructurarse según recoge la fig. 29, en el que destaca que, además de los equipos materiales (principalmente hardware y software asociado) se amplía al mundo de los servicios específicos e importantes en el tejido industrial español. En cuanto al concepto general de I+D+i, por tanto, debe ampliarse en nuevos espacios, dado

el carácter tecnológico-económico de este sistema de generación eléctrico y especialmente por su integración en un mix cada vez más complejo. Paralelamente, se recoge la visión de la AIE (IEA), que recoge también esa visión más allá de lo tecnológico específico.

Finalmente, en el plano de las aplicaciones en la fig. 30 se hace una imagen por actores, de las aplicaciones y de los instrumentos de mercado. En suma, las tres dimensiones señaladas demandan actividades de I+D+I que hacen que el tejido adquiera la consistencia de un sector asentado en la economía, en la tecnología y en el medio ambiente.

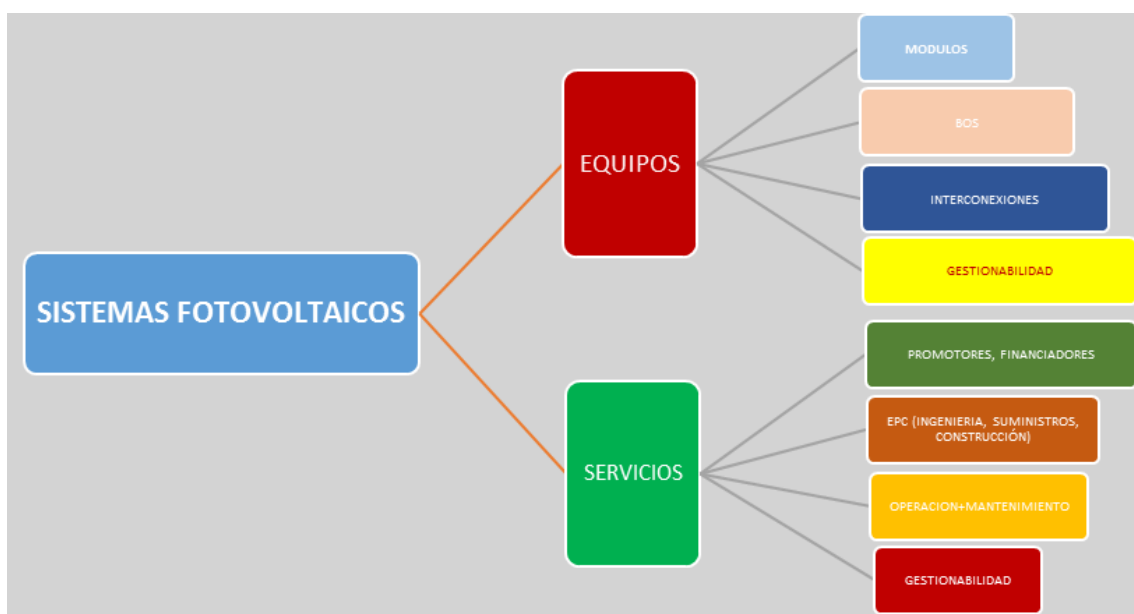


Figura 29. Mapa de actividades relacionadas con el sector FV (Fuente: Fotoplat)

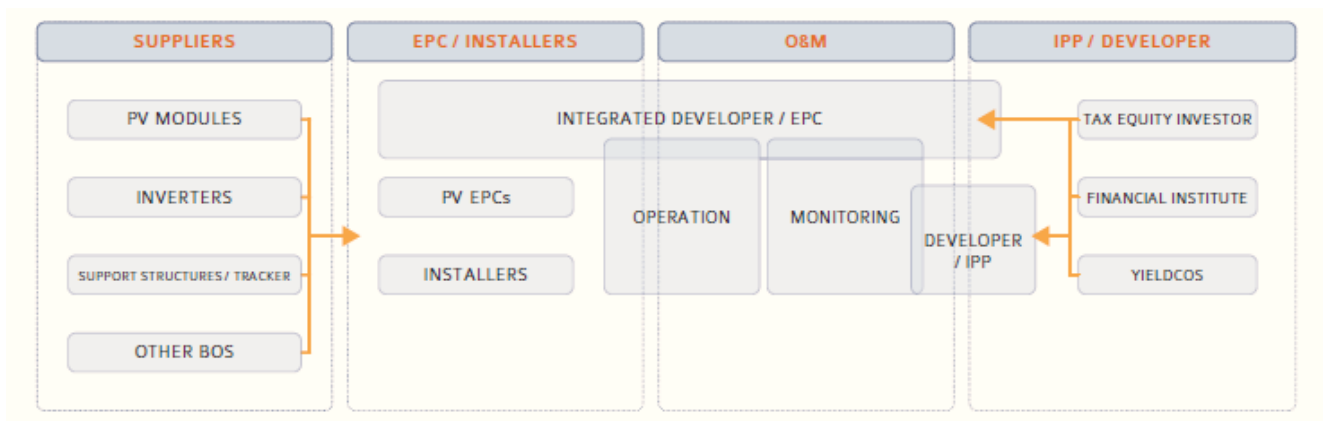


Figura 30. Visión general del sector FV en sus aplicaciones como plantas eléctricas (Fuente: IEA PVPS T 2017)

La fuerte demanda de nuevas soluciones (materiales, componentes, subsistemas) en busca de costes decrecientes en un entorno de crecimiento sin paragón en la historia de la innovación, tensiona fuertemente a la cadena ciencia-tecnología-empresa, y esto especialmente desde las empresas, en un mercado altamente competitivo, conscientes de la necesidad de seguir avanzando en mejora de costes, eficiencias, y dominio de la gestionabilidad.

Los objetivos prioritarios de la I+D+i, para una rápida integración de la FV en el mix eléctrico, son: reducción de costes de módulos hasta alcanzar en 2030 0,3 €/W y del BOS 0,5 €/W; una reducción de huella de carbón²⁸ hasta los 20g CO₂/kWh, con ratios de aprendizaje del orden del 20%²⁹; ambos objetivos se recogen en la fig. 31 recopilada de las fuentes indicadas. En la gráfica que acompaña al cuadro adjunto se recogen los esfuerzos y en relación a otras tecnologías, señalando que la FV ha tenido una intensidad de caída mucho más importante que en resto.

	Global weighted average data								
	Investment costs (2015 USD/kW)		Percent change	Capacity factor		Percent change ²	LCOE (2015 USD/kWh)		Percent change
	2015	2025		2015	2025		2015	2025	
Solar PV	1 810	790	-57%	18%	19%	8%	0.13	0.06	-59%
CSP (PTC: parabolic trough collector)	5 550	3 700	-33%	41%	45%	8.4%	0.15 -0.19	0.09 -0.12	-37%
CSP (ST: solar tower)	5 700	3 600	-37%	46%	49%	7.6%	0.15 -0.19	0.08 -0.11	-43%
Onshore wind	1 560	1 370	-12%	27%	30%	11%	0.07	0.05	-26%
Offshore wind	4 650	3 950	-15%	43%	45%	4%	0.18	0.12	-35%

²⁸ La huella de carbono totaliza: procesos iniciales (materias primas, fabricación y construcción); operación (extracción de combustibles, uso de otros recursos, generación y O+M); y, procesos finales (gestión de residuos y desmantelamiento).

²⁹ El factor de aprendizaje, ver anexo metodológico, es la mejora en la variable considerada cuando se duplica la capacidad total instalada.

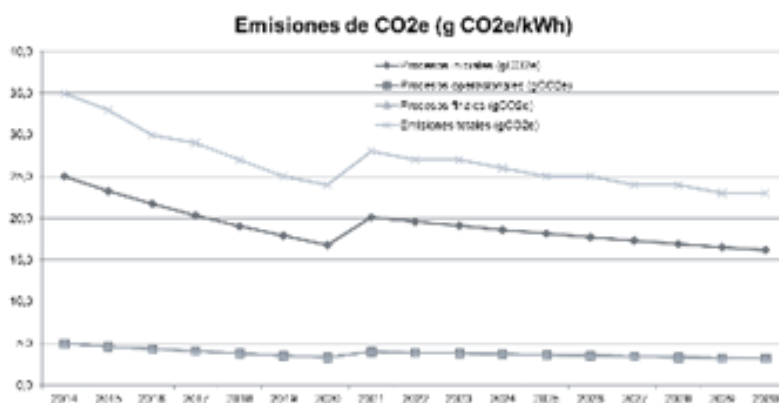


Figura 31. Costes de inversión y LCOE a 2025 de diferentes tecnologías eléctricas renovables y reducción de emisiones en el sector FV (Fuente: IRENA y NRLE)

En el ámbito de las **células** se buscan aumentos crecientes y continuos de la eficiencia por su repercusión en toda la cadena de valor. Las líneas que se trabajan son: PERC y PERT³⁰, y heterounión. Además, se trabaja en mejorar las líneas de fabricación con automatización total y reducción de rechazo (**yield**) para disminuir costes operativos y de materiales; con una constatación vía ensayos de durabilidad y rendimiento de unos altos niveles de fiabilidad en los productos.

En el campo de **estructuras y seguidores**, estos se afianzan como una alternativa muy fiable y que cubre las expectativas de rentabilidad, especialmente en grandes plantas; gracias al esfuerzo de los fabricantes en la optimización de la electrónica de control y de las estructuras de anclaje en condiciones extremas, siendo la fiabilidad y respuesta frente a tormentas clave para estos equipos.

Los **inversores**, corazón de la interconexión y elemento crítico en cuanto a mantenimiento y fiabilidad; se aumentan continuamente la tensión DC hasta 1.500 V, reduciendo costes y aumentando la potencia de las unidades; además del avance en el uso de equipos intemperie con costes inferiores, manteniendo la fiabilidad. Se les demanda desde el cumplimiento de los códigos de red respuestas fiables y apoyo al mantenimiento de las redes (reactiva, frecuencia y tensión).

³⁰ Passivated Emitter Rear Contact y Passivated Emitter, Rear Totally Diffused

La **integración de los sistemas en las redes de distribución** e incluso **de transporte**, con niveles de penetración creciente, manteniendo o mejorando las prestaciones en fiabilidad, es uno de los retos tecnológico a afrontar, con sistemas de monitorización, modelización y simulación, además en definición de códigos de red o la estrategia a cubrir en los sistemas de protección (coordinación, selectividad, etc.) y especialmente en combinación con sistemas de almacenamiento en baterías que den más gestionabilidad a las plantas FV.

La **O&M de plantas FV**, tiene un peso alto sobre el LCOE, hasta del 20%, y para reducirlo se trataría de robotizar la limpieza de paneles, desarrollar nuevas herramientas para la monitorización y supervisión del sistema, el uso de Big data para mejorar la disponibilidad de la planta, drones, etc.

La **integración de energía fotovoltaica en los edificios**, tanto superposición como integración propiamente dicha, tiene un mercado creciente, con unos niveles por encima del 13% de penetración en 2025. Se destaca como una tecnología que va a jugar un papel clave en el desarrollo urbanístico y medioambiental de las ciudades, pues es una tecnología clara para avanzar en el ámbito de los edificios de energía casi nula, NZEB³¹.

La tracción del sector en electrónica de potencia va a permitir avanzar en los **sistemas eléctricos avanzados de gestionabilidad** basados en sistemas de inercias eléctricas e inercias dinámicas; en el primer caso con dispositivos electrónicos sofisticados que permiten modular las señales, dentro de un margen, y en el segundo permitiendo la amortiguación de una generación intrínsecamente variable por medio de almacenamientos eléctricos;

La **IEA**, modelo de alianza tecnológica en la OCDE, desarrolla su trabajo con un gran esfuerzo de cooperación en el que España participa en diferentes tareas (**task**), aunque no lidere (OA) ninguna ella, lo cual no traduce realmente el interés/peso científico-tecnológico real del sector español. La fig., 32 recoge las principales tareas con áreas de interés en este análisis que busca identificar áreas prioritarias para España.

³¹ *Nearly Zero Energy Buildings. Means, a building that has a very high energy performance; the nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.*

T 1: Exchange and dissemination of information on photovoltaic power systems"
 T 2: Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems
 T6: Design and operation of modular photovoltaic plants for large scale power generation
 T8: Study on very large scale photovoltaic power generation systems
 T13 Performance and Reliability of Photovoltaic Systems; specially ST1: New Module Concepts and System Designs; ST2: Performance of Photovoltaic Systems; ST3: Monitoring - Operation & Maintenance y, ST\$ Dissemination
 T14 High Penetration of PV Systems in Electricity Grids
 T 15 Enabling Framework for the Acceleration of BIPV
 T 16 Solar resource for high penetration and large scale applications

Figura 32. Tareas activas en el marco de la IEA-OCDE en FV (Fuente: IEA)

Entre las líneas que preconiza el desarrollo de tareas, por ser menos conocidas, se destaca el avance en modelos de simulación y predicción para los inversores (capitales) y financiadores, pues las incertidumbres se traducen en mayores costes de capital y a la postre mayores costes de las plantas. Se adjunta en la fig. 33 una gráfica elaborada por la IEA en la que se recogen estos aspectos, destacando la anchura del intervalo de confianza P10-P90, cercana al 15%, en el caso de proyectos muy elaborados.

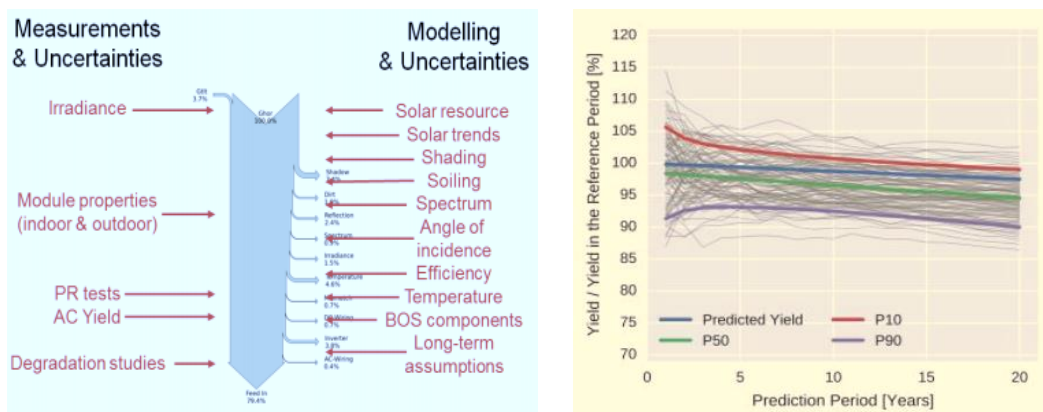


Figura 33. Incertidumbres y propagación de los mismos en un sistema FV (Fuente: IEA)

La predictividad y variabilidad del recurso solar es una de las materias a desarrollar como instrumento para la gestionabilidad de las instalaciones FV interconectadas; y que induce mayores niveles de incertidumbre. En la gráfica adjunta se recoge la influencia en la potencia, en varios parques fotovoltaicos, provocados por una combinación de nubes y viento que hace variar el recurso solar. Una visión más amplia sobre la predictividad se recoge de un gráfico del DOE-EE&ER que analiza el recurso, pero también los posibles fallos, y asume niveles de fiabilidad, de forma que del modelo se derivan acciones para el O+M

e incluso recomendaciones sobre el diseño de equipos; tal como recoge para ambas cuestiones la fig.34.

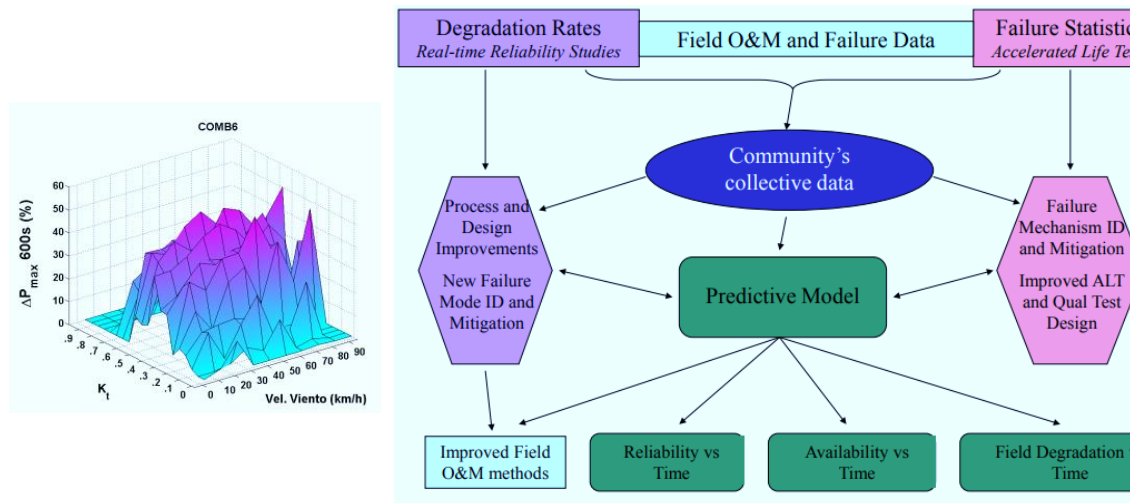


Figura 34. Variaciones en el recurso solar (Fuente: IES-PM) y, propuesta de modelo de predictividad en sistemas FV (Fuente: DOE EE&RE)

Las tipologías con la que se desarrollan los sistemas de generación de EERR en las redes es muy diversa pues cubren desde aquellos sistemas de generación centralizada, al estilo clásico de los modelos anteriores, con vigilancia en determinados nodos; hasta los sistemas de generación distribuida que implican una fuerte dispersión y distribución en las redes, principalmente de distribución. En la Figura 35 se recoge la idea recogida por el informe del MIT sobre redes del futuro.

La demanda de software de diseño y simulación, extraordinariamente útiles en el diseño y en el seguimiento de las plantas, ayudan a decisiones y conocimiento más amplio en la toma de decisiones; pero, fundamentalmente, para el seguimiento real de las plantas y sobre la fiabilidad real de equipos y sistemas. A modo de ejemplo se señala SAM³², PVSYST, SOLAR PRO, etc.

El trabajo del MIT sobre redes del futuro, ya referenciado anteriormente, con base a los datos de REE (quizás la mejor red de análisis real para el estudio de penetraciones de FV y otras EERR), señala en los gráficos adjuntos las pérdidas

³² DOE-NRLE desarrolló el System Advisor Model (SAM) como un modelo económico-financiero diseñado para facilitar la toma de decisiones de proyectistas, ingeniería, análisis financieros y políticas de incentivación, pero también para investigadores y tecnólogos. Los análisis que lleva a cabo son paramétricos, de sensibilidad, de confianza con salidas muy amplias.

en la red con la penetración; o la caída de precios de mercado con altas penetraciones³³.

³³ Se da la paradoja que con mayor penetración en red los costes de la energía en el pool bajan por el propio sistema de asignación vía costes marginales.

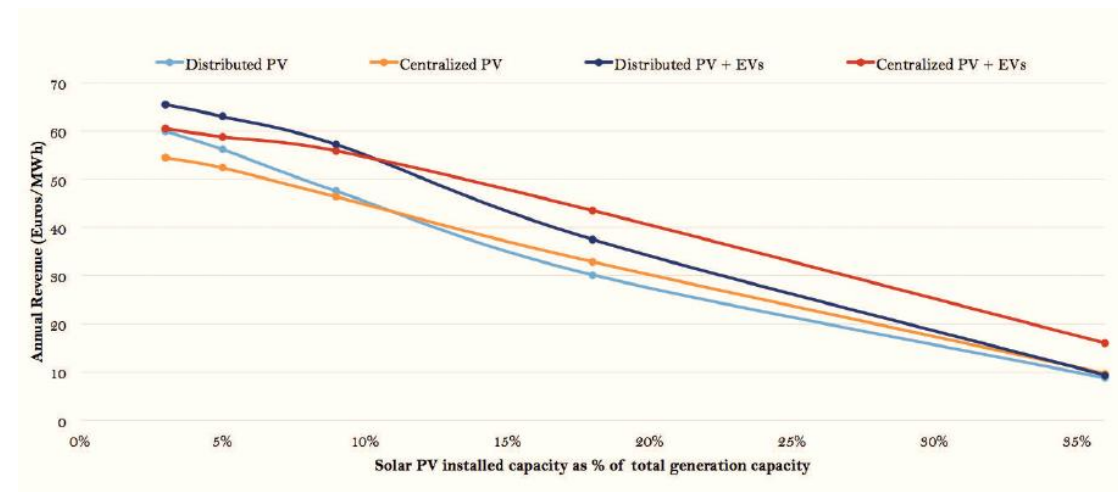
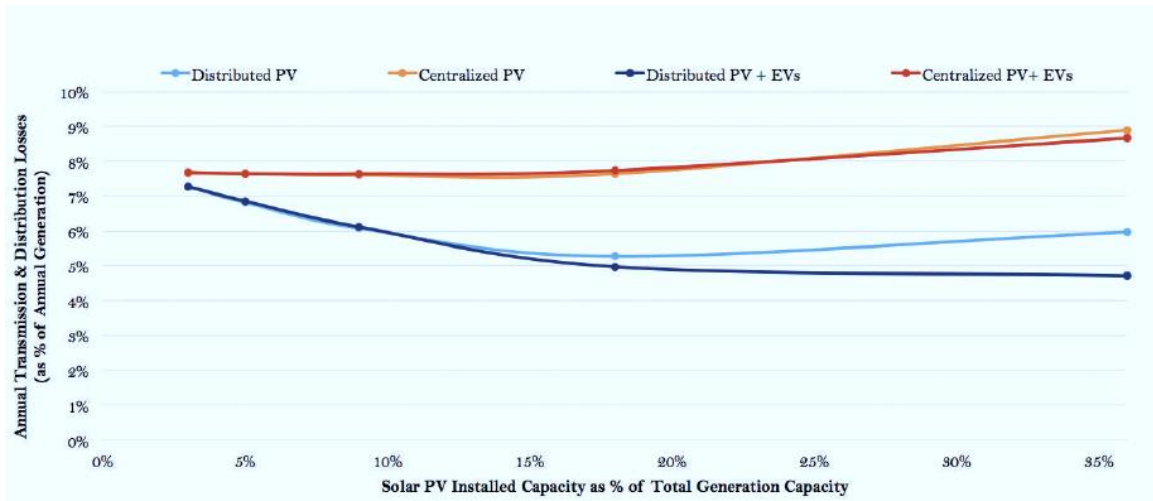


Figura 35. La penetración de FV en las redes en cuanto a pérdidas y mejora de los precios de la energía, analizados para España (Fuente: MIT)

Sin duda, es en los países de la OCDE y concretamente en la UE, donde se lleva a cabo los mayores esfuerzos en I+D+i, a pesar de que los beneficios pueden haberse visto desplazados, en una primera fase. Se trata de recuperar el liderazgo a través de la parte más local y relacionada con la gestionabilidad de sistemas crecientemente complejos y esa mejora en eficiencia de la cadena.

Uno de los indicadores del esfuerzo de investigación realizado por el tejido FV español es el número de patentes y modelos de utilidad solicitados en el ámbito europeo y nacional. Como se recoge en la fig. 36, las solicitudes de patentes en FV se sitúan en tercera posición después de la solar termoeléctrica y la eólica. Se señala, igualmente, que el liderazgo de la UE, en materia de innovación, lo

mide este indicador pues señala que el 30% de todas las patentes mundiales en EERR han sido denunciadas por los países de la misma.

Fuente: BB.dd. de la OEPM

	Empresas	%	Organismos Públicos	%	Particulares	%	Total 2005-2016
Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Directas. Energías Renovables:							
1. E. SOLAR TÉRMICA	544	56%	87	9%	346	35%	977
2. E. SOLAR FOTOVOLTAICA	191	54%	73	20%	93	26%	357
3. E. EÓLICA	306	58%	48	7%	238	35%	682
4.- E. HIDRÁULICA	21	13%	7	4%	139	83%	167
5. E. MARINA	33	21%	24	15%	100	64%	157
6.- E. GEOTÉRMICA	12	63%	2	11%	5	26%	19
7.- BIOENERGÍA	71	47%	51	34%	30	20%	152
Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Indirectas:							
8. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	72	51%	26	18%	44	31%	142
9.- COGENERACIÓN, RECUPERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR	6	33%	5	28%	7	39%	18
10.- ILUMINACIÓN EFICIENTE	57	50%	34	30%	22	19%	113
11.- AISLAMIENTO TÉRMICO	54	51%	15	14%	37	35%	106
12.- CAPTURA DE GHG (CO ₂ y Metano)	17	28%	34	57%	9	15%	60
TOTALES	1.474	50%	406	14%	1.070	36%	2.950

Fuente: BB.dd. de la OEPM

	Empresas	%	Organismos Públicos	%	Particulares	%	Total 2005-2016
Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Directas: Energías Renovables							
1. E. SOLAR TÉRMICA	140	73%	15	8%	37	19%	192
2. E. SOLAR FOTOVOLTAICA	63	62%	15	15%	23	23%	101
3. E. EÓLICA	250	87%	6	2%	32	11%	288
4.- E. HIDRÁULICA	4	44%	0	0%	5	56%	9
5. E. MARINA	8	38%	1	5%	12	57%	21
6.- E. GEOTÉRMICA	1	50%	0	0%	1	50%	2
7.- BIOENERGÍA	20	71%	5	18%	3	11%	28
Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Indirectas:							
8. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	8	73%	0	0%	3	27%	11
9.- COGENERACIÓN, RECUPERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR	2	100%	0	0%	0	0%	2
10.- ILUMINACIÓN EFICIENTE	10	71%	4	29%	0	0%	14
11.- AISLAMIENTO TÉRMICO	7	50%	4	29%	3	21%	14
12.- CAPTURA DE GHG (CO ₂ y Metano)	4	40%	3	30%	3	30%	10
TOTALES	517	75%	53	8%	122	17%	692

Figura 36. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas (patentes y modelos de utilidad) y europeas de origen español: 2005-2016 (Fuente OEPM)

2.2 Estrategias generales en I+D+i

El desarrollo de la I+D+i se imbrica de forma natural en la cadena de valor o de los actores que participan en el proceso que busca alcanzar el mercado y realimentarse con los beneficios alcanzados en la actividad industrial y comercial; para buscar el perfeccionamiento de la tecnología en su misión de aportar energía para su uso general. Pero la I+D+i tienen que desarrollar su propia estrategia como actor intermedio y buscar eficacia y eficiencia de los medios de que se alimenta: este es el reto.

La inminente promulgación de la Ley de Transición energética y Cambio Climático confía en el campo de las renovables en los dos sectores más avanzados y activos con nuevos esfuerzos en I+D, la eólica y la fotovoltaica. Los esfuerzos se dirigen a la búsqueda de materiales sustitutivos y menos estratégicos (tierras raras), pensando en el reciclado de las instalaciones obsoletas o agotadas; en equilibrar un modelo de generación distribuida; mejora sustancial de costes y eficiencias en las instalaciones; aportar calidad a la red apoyadas en electrónica de potencia de nueva generación y almacenamiento; un desplazamiento hacia sistemas alternativos con aumento de la competencia; y aportar elementos innovadores a la movilidad sostenible. En suma, se trata de atraer inversores y promotores tanto en líneas de explotación de instalaciones como en la apuesta por la innovación.

La captación de nuevos recursos financieros se hace imprescindible si se pretende alcanzar niveles competitivos en los mercados y el I+D+i se convierte en el área con mayor potencial de retornos; y buscando, en todo caso, la atracción de los sectores por el propio crecimiento y los estudios de mercado que identifican al sector como prioritario dentro del contexto energético por competitividad, fiabilidad y seguridad. La atracción de fondos debe cubrir tanto los recursos privados como los públicos (de I+D+i, Estructurales, BEI, FMI, ICO, BBCC, etc.), buscando entre ambos complementariedad, integración y optimización, en un contexto de riesgos acotados: confiabilidad en la producción, fiabilidad en equipos, mercado eléctrico previsible, y seguridad jurídica.

Dedicar mayores esfuerzos (con altos costes de movilización de las empresas con cierto apoyo de la Administración) para acelerar el proceso de internacionalización, en el que las empresas de productos y servicios españolas puedan avanzar en un mercado de competitividad creciente, basado en: posicionamiento local; visión abierta del desarrollo regional; organización de

foros, jornadas técnicas y misiones inversas; participación activa en AIE, en Solar Power Europe y Consejo Global Solar.

La necesidad de formar consorcios tecnológicos de tamaño suficiente para hacer frente al desafío de los nuevos retos y optimizar los recursos disponibles, requiere avanzar en las siguientes estrategias:

- Alianzas estratégicas sectoriales: tipo ALINNE
- Redes de investigación europeas: ERA-NET
- Consorcios Tecnológicos de innovación (empresas comerciales y centros tecnológicos): tipo CTA, Inno ENERGY
- Acuerdos bilaterales para integrar recursos de los CCTT y de los departamentos de investigación de Universidades.

Por la importancia estratégica se requieren medidas en la lucha contra el cambio climático como crear un fondo verde, una obligación a los productores para que reinviertan un porcentaje de las facturaciones en temas de innovación del que se nutra la I+D+i; captar recursos financieros hacia el sector.

Se impone la necesidad de llegar a soluciones del tipo factor cuatro: reducir el campo de investigación a la mitad (dejando algunos de ellos de forma marginal, como investigación de seguimiento); y apostar claramente por unas líneas prioritarias para duplicar los recursos, fortaleciendo el tejido de innovación.

La promoción y difusión de los objetivos y la evolución el mercado podría ayudar a la llamada a fondos de inversión que inviertan en innovación, en desarrollos claramente de mercado como grandes equipos, o equipos modulares o la inclusión de instrumentos TIC como el desarrollo de plataformas digitales que permitan una gestión inteligente de instalaciones, de redes complejas, de infraestructuras, etc.

Como se ha señalado en varios puntos, hay una corriente generalizada hacia la protección que se inicia desde el mercado y alcanza hasta el conocimiento; y todo ello con el fin último de proteger la industria y otras actividades de mercado; en muchos casos sin valorar el gran desarrollo habido por la producción en masa de componentes y equipos, forzado por una competencia en algunos casos desequilibrada, pero de la que se han beneficiado en último caso la sociedad. Quizás existan otros sistemas para redistribuir y repercutir los costes de I+D+i en un mercado más justo y equilibrado, como pueden ser las alianzas

estratégicas industriales, empresariales y tecnológicas entre actores de los mercados.

El sector financiero utiliza la denominación de **capital riesgo** o venture capital cuando se trata de financiar nuevas ideas, **startup**, etc., cuando la entidad presenta una buena aproximación al problema, aplica medios adecuados y dispone de un plan para verificar la fiabilidad del producto. Pero frente a los retornos rápidos, siempre buscados, la verificación de la fiabilidad requiere tiempo y probablemente proyectos demostrativos que se trata de financiar con recursos públicos para disminuir riesgo. Este es el marco que hay que hacer atractivo al capital riesgo: mercado inmenso y seguro.

Referencias sobre instrumentos que la Comisión, ligados a **derechos de emisión**, p. ej., ha puesto en marcha con diferentes resultados, pero que sirven de camino para pensar en otras iniciativas como NER 300³⁴ en el que propuso varios proyectos en el campo de la FV para activar determinadas tecnologías necesitadas del paso a proyectos pilotos.

³⁴ La Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen comunitario para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, modificada por la Directiva 2009/29/CE para perfeccionar y ampliar el régimen EU ETS, proyectos comerciales de demostración de tecnologías innovadoras de energía renovable en el territorio de la Unión"

2.3 El sector tecnológico fotovoltaico español

La tecnología española goza de prestigio internacional ganado con el esfuerzo y logros obtenidos en más de tres décadas de trabajo en I+D+i y desarrollo de productos y servicios, en un mercado complejo y muy competitivo. Tras años de recorrido, en la actualidad, el sector tecnológico español ha sabido encontrar caminos para abrirse mercados y toda la cadena del tejido tecnológico se está reajustando al nuevo marco.

España, ha sido una pionera en la búsqueda de alternativas energéticas con **esfuerzos importantes y proporcionados en I+D+i solar³⁵ y en concreto en fotovoltaica, pero hace ya una década, quizás haya llegado a su techo tecnológico³⁶, pues no ha sabido adaptarse a las necesidades de unos mercados de productos y soluciones innovadoras altamente competitivas.**

Revisando el análisis que se llevó a cabo dentro del ejercicio APTE 17 (Análisis del Potencial de las Tecnologías Energéticas) para ALINNE, ver anexo B, que se describirá con más detalle posteriormente, y siguiendo la estructura clásica del mismo través del DAFO, se expone la siguiente visión que ha sido resumida en la fig.37:

- Con relación a **debilidades** se señalan las estructurales, como la situación de las empresas propias de fabricación en módulos, principalmente, y otras coyunturales como la situación del autoconsumo. Quizás, el punto más crítico, y no solo de esta tecnología, es la debilidad del tejido financiero español, tanto de recursos privados como públicos, y esto tanto en volumen de recursos como en modelos de aplicación; situación que se transmite a la capacidad real del tejido tecnológico, caracterizado por una escasa masa crítica si se compara con los nuevos conglomerados en alianzas internacionales³⁷.

³⁵ La década de los 80 del siglo pasado fueron claves para el desarrollo español y el posicionamiento en varias tecnologías solares: CSP en la cual se mantiene el liderazgo mundial; y en FV con la creación de centros de investigación con recursos adecuados para la dimensión del reto (CIEMAT, IES, CENER); ahora, sin embargo, de dimensiones críticas para llevar a cabo una sólida y competitiva investigación.

³⁶ Las empresas, los sectores, los actores de la innovación, etc., si no se adaptan al crecimiento de recursos e infraestructuras que demanda el nuevo marco se convierten en actores marginales, son absorbidos o desaparecen por falta de competitividad. Este techo se puede referir al aspecto legislativo, financiero, dimensión económica o tecnológica, en este caso.

³⁷ Una referencia interesarte de la necesidad de interacciones entre los público y lo privado, y las relaciones internacionales es la carta que los fabricantes alemanes enviaron en 2017 al Gobierno:

- *En las licitaciones de potencia deben contemplarse criterios de sostenibilidad y huella de carbono de los módulos y su inclusión en el coste.*
- *Demanda es una plataforma para el intercambio de tecnología fotovoltaica nacional entre los institutos de investigación, las organizaciones de ingeniería y los fabricantes de equipos FV fotovoltaica, proponiendo la industria un esfuerzo de cooperación en I + D.*

- En relación con las **amenazas** que se ciernen sobre el sector, en razón a la competitividad en precios, principalmente, debe derivar hacia un desplazamiento hacia ofertas de servicios de calidad y cercanía. En cuanto a la presión ambiental sobre el desplazamiento ecológico, o incluso visual o la aceptabilidad social, se señala que el crecimiento rápido y masivo debe ser analizado con profundidad y anticipación, pues este tipo de movimientos puede convertirse en un verdadero freno a la larga y especialmente con las previsiones de implantación de grandes plantas.
- Por otro, se han identificado ciertas **fortalezas**, no valoradas suficientemente en periodos anteriores, como son la capacidad de la industria para posicionarse en actividades que han ido surgiendo en el mercado internacional, como son las subastas o los contratos de EPC y otras formas de ejecución, donde la industria española se ha posicionada claramente en un mercado fuertemente competitivo. El modelo de ejecución de proyectos EPC está bien estructurado en el momento actual y debiera estar sustentado por un nuevo tejido financiero que permitiera asumir retos en un volumen de inversiones muy importantes y compartir riesgos. Y, especialmente, toda una amplia especialidad abierta para la gestionabilidad ofrece oportunidades a las empresas: crecientes niveles de digitalización para la respuesta de variabilidad del recurso, respuesta frente a la estabilidad de inyección en red, predictividad, etc.
- En cuanto a las **oportunidades**, algunas ya señaladas, como los nuevos nichos de fiabilidad basados en la experiencia, pero especialmente el nuevo contexto que se abre al mercado interior con un marco legislativo muy potente: la Ley de la transición energética y el cambio climático. Además, de ese impulso general se derivarán crecimientos de las capacidades del tejido tecnológico, al aumentar los recursos y al concentrar las actividades. Por ello, en un sector en fase de crecimiento³⁸ con un mercado global cercano a los 300 GW/año la oportunidad basada en el reconocimiento y experiencia debe de ser el centro de la promoción internacional³⁹ de las empresas españolas.

-
- *Los firmantes de la carta instan al gobierno federal a asegurar patentes estratégicas y conocimientos técnicos y, en especial la **cooperación europea** a lo largo de la cadena de valor, particularmente entre las empresas manufactureras alemanas y francesas.*
 - *El objetivo sería establecer capacidades de producción a una escala multi-GW (siguiendo el modelo Airbus).*

³⁸ Incluso esta tasa de crecimiento es mucho más rápida, según se ha visto en la elaboración de escenarios y el uso de curvas tipo S, con la primera fase, en la que se está en la actualidad, de crecimiento muy alto y dentro de unos años una amortiguación en la velocidad por cierta saturación de la cadena.

³⁹ El sector necesita una intensificación de la promoción exterior, que en parte realiza UNEF y Fotoplát (Foro Solar, con su limitados y escaso medios: campañas, acuerdos comerciales, misiones inversas, asesoramiento, etc.)



Figura 37. Análisis DAFO del sector fotovoltaico español (Fuente. Fotoplat)

En esta visión, Fotoplat⁴⁰, se configura como instrumento del desarrollo de la I+D+i española, punto de encuentro de los diversos agentes, germen de planes y movilizador de proyectos de la comunidad científica, las empresas y las administraciones públicas. Asimismo, la plataforma ha contado con presencia en numerosos Foros nacionales e internacionales: **TRANSFIERE (6º Foro Europeo para la Ciencia, Tecnología e Innovación, Málaga)**; **GENERA (Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente, Madrid)**, **FORO SOLAR (IV edición del sector FV)**. En estos eventos participó, u organizó, jornadas y ponencias propias donde se expusieron los resultados del ejercicio APTE 17, Iniciativas Tecnológicas Prioritarias encomendado (ITP) para ALINNE, durante 2017 y 2018, así como los avances tecnológicos en el sector de la energía fotovoltaica presentados.

40 Las PTs fueron promovidas por el MINECO, en línea con las instituciones a nivel europeo, permiten permear las acciones en tecnologías de forma más estructurada, y en especial la conectividad con la mayoría del tejido innovativo.

Especialmente relevante fue la presencia de FOTOPLAT en el primer Foro de Inversión para Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) en Energía verdes de Andalucía, promovida por la Junta de Andalucía con el objetivo de incentivar el desarrollo energético sostenible en dicha Comunidad. La jornada tuvo lugar el 20.6.2018 en Sevilla, y representó la primera salida de ALINNE, a una comunidad autónoma, centrandó el interés en las inversiones y la activación de la innovación.

La nueva organización de la AGE se basa en dos Agencias Estatales: la de Investigación y la de Innovación. La primera imbricada en el propio MINECO (ahora Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades) y la segunda instrumentada a través del CDTI⁴¹ (EPE) adscrito al mismo ministerio. La AEI a través de convocatorias competitivas incentiva proyectos en el marco del I+D+i. La segunda por convocatorias y líneas abiertas. Ambas tienen como misión movilizar la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 y de la Estrategia Europa 2020; y el Plan Estatal 2017-2020, integrado por cuatro programas: promoción del talento y su empleabilidad, generación de conocimiento y fortalecimiento del sistema, liderazgo empresarial en I+D+i orientada a los retos de la sociedad. A modo de ejemplo, en 2018, se promueven proyectos de investigación transnacionales sobre energía solar fotovoltaica (PV) y termoeléctrica de concentración (CSP), en el marco de la red europea de investigación SOLAR-ERA.NET Cofund 2⁴².

Fotoplat, ver anexo A, se ha convertido en un foro de intercambio de visiones desde las empresas, los centros tecnológicos y las OPIs, por lo que sus deliberaciones y análisis son de vital importancia para entender el tejido tecnológico. A modo de indicador, los socios de Fotoplat alcanzan a los 148. Fotoplat es un buen instrumento de difusión y el paso a ser un activador directo de proyectos es una asignatura pendiente, aunque en 2017 se ha avanzado en la definición y materialización de un proyecto colaborativo que se dirigiera hacia la gestionabilidad de los sistemas o a la integración BIPV; así el indicador de las empresas que han enfocado su actividad en áreas identificadas y animadas desde FOTOPLAT ha alcanzado el valor de 35 entidades.

⁴¹ En 2017 el programa incentivó 1.321 proyectos, con una inversión de 1.156 M€ y unos créditos y ayudas concedidas por valor de 839 M€.

⁴² El programa dispone de un presupuesto de 650.000 euros y 1 millón de euros respectivamente. AEI financiará a las entidades científico-académicas sin ánimo de lucro y CDTI financiará la participación de empresas.

3 OBJETIVOS DEL PLAN ESTRATEGICO A 2030

3.1 Plan estratégico fotovoltaico español

Desde el fuerte crecimiento del mercado mundial de FV, de los escenarios de crecimiento aceptados, de las demandas de los diversos subsectores de la FV, de las capacidades tecnológicas disponibles, de los incentivos para avanzar en I+D+i y de las posibilidades que plantean las alianzas tecnológicas; se propone alcanzar cuotas de competitividad en la investigación y la innovación óptimas para el país, en beneficio de los retornos de mercado y de la industria FV que permita seguir compitiendo con diferente grado de liderazgo, según las áreas.

Estrictamente las áreas clásicas del I+D+i en el sector se han circunscrito a aquellos equipos principales, propios de la tecnología: el generador fotovoltaico y el transformador de tensión y frecuencia para la interconexión a red; pero debido a la importancia en potencia y calidad que se ha ido demandando, las necesidades en innovación abarcan nuevos campos, antes marginales y ahora esenciales. Es por ello por lo que se han ampliado las áreas clásicas asignadas a los equipos de investigadores y tecnólogos, desde los substratos-células-módulos, seguidores e inversores hasta todas las implicaciones sobre la red a la que se interconectan las instalaciones ya que pueden penetrar con potencias de cortocircuitos muy cercanas a las de la red, planteando cuestiones sobre regulación y estabilidad.

En el ejercicio de Iniciativa Tecnológicas Prioritarias (ITP, ver anexo D), llevado a cabo en el contexto Alinne para centrar de manera práctica los esfuerzos y la atención de lo público y lo privado, se han analizado las necesidades de investigación e innovación en las áreas clásicas, señalando las prioridades para la focalización de esfuerzos de investigación e innovación en un marco de recursos, infraestructuras, humanos y económicos muy limitado. A modo de síntesis la propuesta en APTE 2015 fueron diferentes a las que se han seleccionado para APTE 2017.

	ITP-1	ITP-2	ITP-3
APTE 2015	GRANDES PLANTAS	AUTOCONSUMO	PROCESOS DE FABRICACION DE COMPONENTES Y EQUIPOS
APTE 2017	GRANDES PLANTAS	BIPV	GESTIONABILIDAD

Así, con relación a substratos y células, señalando como única línea prioritaria la de células y dispositivos de concentración, en la que España sigue liderando varios aspectos la misma. En esta área empresas españolas han desarrollado conocimientos muy reconocidos por los mercados en cuanto a la automatización del proceso de fabricación de células y montaje de módulos donde cabría desarrollar priorizando la actividad hacia una robotización completa para las líneas masivas de fabricación en las plantas de cientos de megavatios como las actuales.

En cuanto a los equipos inversores donde España mantiene una interesante cuota de mercado, debiera priorizarse el esfuerzo de innovación para lograr un liderazgo mayor con cuotas de mercado superiores, además de concentrar el esfuerzo en el corazón del sistema pues conecta, acopla el generador y la red demandando calidad en la misma y nuevas prestaciones en la mejora de red (reactiva, transitorios, almacenamientos de amortiguación, etc.).

En el esfuerzo de buscar mejoras en los equipos y componentes agrupados en el término BOS, a donde se dirigen ciertos esfuerzos por reducir costes y aumentar fiabilidad, se señalan como prioritarios para potenciar las empresas españolas, que han demostrado una interesante capacidad de innovar y abrir mercados, el área de seguidores y estructuras soportes.

La integración de sistemas fotovoltaicos en edificios es nuevo mercado, por ello se ha elegido entre las ITP propuestas a Alinne, anexo D, donde existe una cierta ventaja competitiva del tejido español que debiera priorizarse como línea a enfocar la investigación y la innovación, además se demanda la promoción de proyectos pilotos que permitan avanzar en varios retos.

Los esfuerzos en innovación como consecuencia del crecimiento masivo en menos de una década, a partir de 2006, ha surgido al alcanzarse penetraciones crecientes de FV en las redes de distribución. La fiabilidad en el funcionamiento de las redes demanda cierta gestión sobre variables de red (V , f , P , Q , f_i) exige mantener los niveles de calidad existentes. Se anota que este reto se amplifica al considerar la entrada masiva de fuentes EERR (4% FV más 23% eólica), lo cual permite por un lado disponer de redes reales, con sus limitaciones, por otro lado, a la hora de hacer investigación. REE dispone de esa infraestructura de demostración y el conocimiento que se deriva de ello debe alimentar a la cadena

industrial (regulación y control, seguimiento de fallos, fiabilidad, operatividad, etc.), especialmente a la española.

Los componentes de los sistemas aislados se benefician de los avances de los sistemas interconectados, pero tienen sus especificidades y España históricamente dispone de empresas bien posicionadas en el mercado mundial de sistemas mixtos, por lo que los avances directos o derivados de los otros segmentos pueden aportar un valor a este mercado.

El desarrollo de los equipos para el autoconsumo, de los cuales habrá en el futuro millones interconectados, requiere dos esfuerzos de innovación simultáneos: por un lado, reducción de costes y, por otro, aumento de calidad y seguridad del suministro. Lo cual implica desarrollar equipos robustos frente al funcionamiento tanto del lado de la generación como de inyección a red.

La demanda de equipos de almacenamiento de energía que permitan una optimización y de acoplamiento entre la generación y el consumo, con un óptimo excedente vertido a red, es claramente una línea de I+D+i que demanda a muchos actores de las EERR 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.

La baja huella de carbono de la tecnología se combina bien por el lado medioambiental; sin embargo, surgen nuevos temas que requerían estudios específicos como son los impactos de las grandes instalaciones; o la aceptabilidad social de las mismas. Más estudios de este tipo se demanda a medida que el volumen de instalaciones se expande en el territorio.

El estudio detallado del recurso solar, las variaciones por nubes, estacionales, anuales junto con las variaciones por temperatura, incluso viento, demanda más instrumentos y más precisión local para llevar a cabo los estudios de factibilidad de las futuras plantas. La base de datos crece a medida que crecen el número de instalaciones.

Por último, la modelización de componentes y equipos es necesaria en muchos casos para analizar adecuadamente y entender los mecanismos de respuesta a diversas perturbaciones; se trata por ello de una herramienta de simulación de

condiciones diversas especialmente extremas permitiendo profundizar en los mecanismos de generación.

La necesidad de disponer de herramientas elaboradas (programas de diseño, de cálculos diversos, dimensionamiento, estimaciones, etc.) y procedimientos para la presentación de ofertas, trabajo típico de ingeniería de proyectos, induce a las empresas a adaptar a las condiciones especiales de los proyectos de FV; y, por ello se considera materia de innovación y en el caso español que tan buena acogida está teniendo en los mercados materia a priorizar.

3.2 Prioridades para la I+D+i fotovoltaica española

Desde Alinne se ha insistido en la necesidad de que la acción del I+D+i se focalice, se priorice, siempre que sea posible, hacia aquellas áreas que presentan mejores ratios de transferencia al mercado y mejores retornos para el desarrollo de las infraestructuras y equipos de investigación e innovación. Fotoplat ha realizado un análisis alcanzando tres *Iniciativas Tecnológicas Prioritarias*: grandes plantas, integración en edificios y gestionabilidad de la red

A la vista del mapa de innovación de la tecnología el esfuerzo de identificar aquellas líneas más adecuadas para la masa innovadora, es decir, equipos humanos, capacidades en las infraestructuras, posibilidades de aportar valor añadido hacia las empresas existentes o de impulsar **start-up**, queda muy limitado al análisis que se presenta a continuación. Además, debe señalarse que los equipos de investigación, en general disponen de sus propias estrategias y consideraciones y que no coinciden, en general, con las aquí expuestas, por lo que el esfuerzo de focalizar determinadas áreas de interés puede solamente tener un nivel de recomendación desde Fotoplat.

MAPA DE MATERIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS Y PRIORIDADES ESPAÑOLAS EN FV 2018					
TECNOLOGIA	MATERIAS	NIVELES DE TRANSVERSALIDAD	AREAS TECNOLÓGICAS GENERALES	ESTRATEGIA ITP Y % ESFUERZO	
GRANDES PLANTAS	GESTIÓN DE CAMPO	TELECONTROL	SCADA, TIC	GRANDES PLANTAS	25%
	GESTION DE PLANTA	MODELIZACIÓN PLANTAS ELCTRICAS	SIMULACIÓN Y PREDICTIVIDAD		
	HUECOS DE TENSIÓN, REACTIVA	REGULACIÓN Y CONTROL DE REDES	ELECTRONICA POTENCIA		
	HIBRIDACIÓN TECNOLOGÍAS	SEGUIMIENTO DE INCIDENCIAS	ELECTRONICA POTENCIA		
AUTOCONSUMO	PEQUEÑAS	DEMANDA-CONSUMO	KITs+TIC	GESTIONABILIDAD	35%
	INDUSTRIAS Y SERVICIOS	GESTIÓN DE INSTALACIONES	MEDIDA Y GESTIÓN		
	DISTRIBUIDAS	MOVILIDAD ELECTRICA	eMOVILIDAD -TIC		
ALMACENAMIENTO	REGULACIÓN RED	MOVILIDAD	CENTRALIZADOS	INTEGRACION EN EDIFICIOS	15%
	SISTEMAS AISLADOS	ISLAS, ELECTRIFICACIÓN	DISTRIBUIDOS		
	SERVICIOS DE AJUSTE	GESTION DE OFERTA-DEMANDA	LOCAL-EMPRESARIAL		
EDIFICIOS	INTEGRACIÓN BIPV	NORMATIVA Y HOMOLOGACIÓN	AUTOCONSUMO	PROCESOS DE FABRICACIÓN	10%
	PANELES ESPECIALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA	EFICIENCIA ENERGÉTICA		
SUBSTRATOS, PROCESOS, ELECTRÓNICA	INVERSORES, INTERCONEXIÓN	GESTIÓN DE CARGAS	EFICIENCIA	ELECTRIFICACION AISLADA	5%
	MATERIALES Y DISPOSITIVOS	NANOTECNOLOGIA	NUEVOS SUBSTRATOS		
	PROCESOS FABRICACION	METALURGIA Y	NUEVOS SUBSTRATOS		
	PROCESOS CONFIGURACION	ELECTRONICA CONSUMO	NUEVOS SUBSTRATOS		
SISTEMAS AISLADOS	AUTOMANTENIMIENTO	O+M DISTRIBUIDO	ALAMCENAMIENTO Y TIC		
	AGRICOLA GANADERA AISLADA	ELECTRIFICACIÓN	BOMBEO SOLAR		
	AGRICOLA	REGULACIÓN CONTRACTUAL	INTERCONEXIÓN		

Figura 38. Estrategia general para el sector FV español basada en las ITP. (Fuente: Fotoplat)

El mapa de la I+D+i e industrial en FV está formada por diversidad de departamentos de investigación de Universidades, Centros Tecnológicos, Organismos Públicos de Investigación (OPIs), departamentos de empresas, e

incluso Oficina de Transferencia de los Resultados de la Investigación (OTRIs); en resumen, existen identificados 47 grupos y 4 centros de certificación y homologación. En total el número de investigadores y tecnólogos es de 497 (incluyen las personas del equipo necesario para el funcionamiento del grupo), que respecto a los empleos del sector significan el 6,2 %; cantidad equilibrada en general.

Los objetivos generales y particulares en cada materia se recogen en la fig.40 con una valoración, con el área del círculo rojo, de la importancia que reviste y los indicadores que se admiten como deseables.

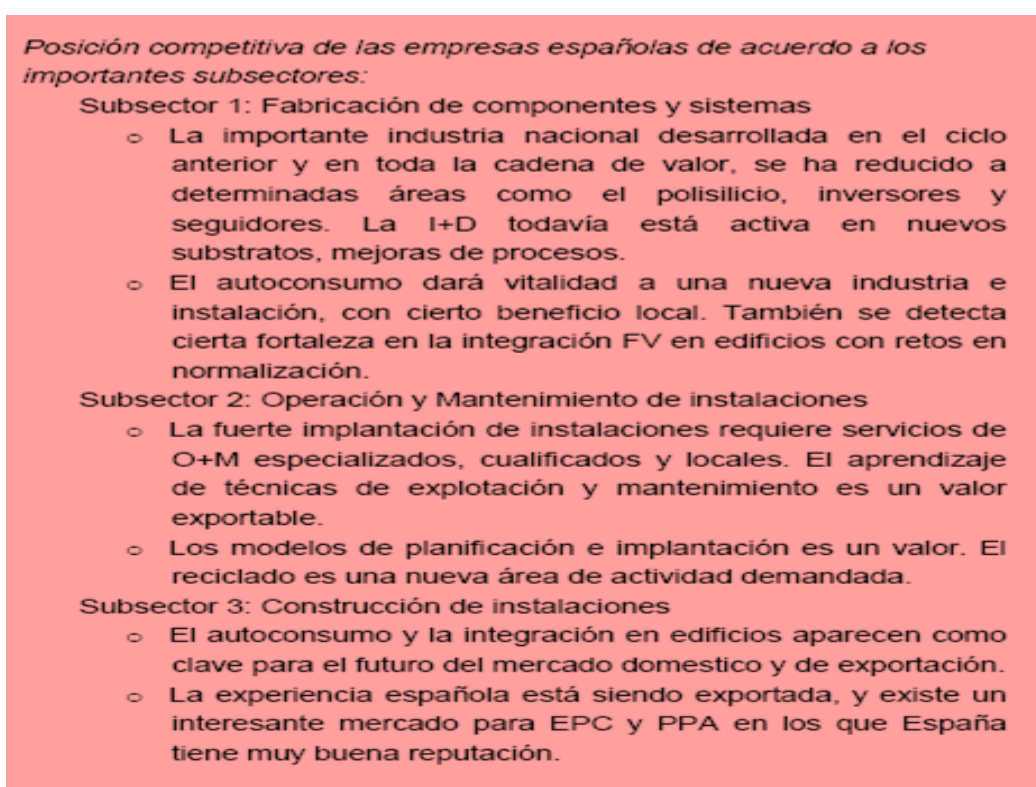


Figura 39. Actores en la cadena de valor de sistemas FV en los tres subsectores. (Fuente: Fotoplat)

Los **objetivos generales**, propuestos tras el análisis de los apartados anteriores, que deberán alcanzarse con la participación de actores de mercado, no solo tecnológicos, se refieren a porcentajes de penetración de la FV en la red y que España debería asumir a 2020, 2030 y 2050; y se recogen en la tabla adjunta. Destacan las estimaciones de costes de sistemas a 2030 de 0,8 €/Wp.

El primer escenario a 2020 deberá alcanzar el 8% de demanda en energía y el 10% en potencia; valores que pasarían en el escenario 2030 al 15% y 20; y, al

30% y 50% en 2050, respectivamente. El número de instalaciones conectadas a la red española superará 100.000, que pasarán a 800.000 y a 3 millones de instalaciones de generación en los escenarios respectivos.

Por otro lado, se propone, tras el análisis Alinne, que las empresas españolas podrán participar en el 1% del mercado al 2020, pasando al 2% en 2030 y 3% en el centro del siglo.

COBERTURA DE ENERGÍA CON FV	>8% 2020; >15% 2030; > 30% 2050
POTENCIA INSTALADA	>10% 2020; >20% 2030; >50% 2050
MERCADO DE EMPRESAS ESPAÑOLAS	>1% 2020;> 2% 2030; 3% 2050
INSTALACIONES GENERADORAS	100 k en 2020; 800k en 2030; 3 M en 2050
COSTES MÓDULOS	2030 <0,3€/Wp
COSTES BoS+Soft Cost	2030 <0,5€/Wp

Figura 40. Objetivos generales y particulares del sector FV español (Fuente: Fotoplát)

Del análisis presentado a Alinne, de las discusiones en los distintos grupos de trabajo de Fotoplát, ver anexo A, y del estudio del contexto general y tecnológico, se han identificado una serie de prioridades para el tejido de I+D+i español; en unos casos se llevan a cabo tareas y proyectos en esa dirección y en otros se propone dirigir los esfuerzos en otras que reclaman esfuerzo tecnológico para asumir los retos demandados por el tejido empresarial. En el cuadro siguiente, fig. 42, se han extraído las acciones de priorización por materias, seleccionando las más importantes: muy altas y altas. Se han recogido 12 tareas que se consideran esenciales para que en ellas pueda desarrollarse un cierto liderazgo. Se señala igualmente que la investigación de seguimiento habrá que mantenerla para poder transferir a los grupos prioritarios la visión general.

CÉLULAS	AUMENTO DE LA EFICIENCIA
INVERSORES	ALTA EFICIENCIA
INVERSORES	ACTIVOS EN RED. HOMOLOGACIÓN

<i>ESTRUCTURAS</i>	<i>SEGUIDORES. FIABILIDAD</i>
<i>INTEGRACIÓN BIPV</i>	<i>DISEÑOS Y HOMOLOGACIÓN</i>
<i>ALTA PENETRACIÓN EN RED</i>	<i>AMORTIGUACIÓN PERTURBACIONES. CODIGOS RED</i>
<i>GESTIONABILIDAD</i>	<i>DESARROLLOS DE MODELOS</i>
<i>PROYECTOS PILOTOS</i>	<i>ANALISIS DE RESPUESTAS. MODELOS</i>
<i>SEGURIDAD</i>	<i>TIC AVANZADAS. CIBERSEGURIDAD</i>
<i>AUTOCONSUMO</i>	<i>ESTANDARIZACIÓN. HOMOLOGACION</i>
<i>PREDICTIBILIDAD</i>	<i>MODELO PARA EPC</i>
<i>O+M</i>	<i>HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS</i>

Figura 41. Resumen de las acciones prioritarias para el tejido de I+D+i español (Fuente: Fotoplat)

HOJA DE RUTA Y PRIORIZACIÓN DEL I+D+I ESPAÑOLA								
MATERIA OBJETO I+D+I	OBJETIVOS	PRIORIDAD ESPAÑOLA				2020	2030	2050
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA			
OBJETIVOS GENERALES								
COBERTURA DE ENERGÍA CON FV	>8% 2020; >15% 2030; > 30% 2050					▲	▲	▲
POTENCIA INSTALADA	>10% 2020; >20% 2030; >50% 2050					▲	▲	▲
MERCADO DE EMPRESAS ESPAÑOLAS	>1% 2020; > 2% 2030; 3% 2050					▲	▲	▲
INSTALACIONES GENERADORAS	100 k en 2020; 800k en 2030; 3 M en 2050					▲	▲	▲
COSTES MÓDULOS	2030 <0,6€/Wp						▲	
COSTES BOS	2030 <0,3€/Wp						▲	
CÉLULAS								
STF a-Si	>12% paneles					▲		
STF CdTe	>20%						▲	
Impresas	>10%						▲	
c-Si	22% paneles					▲		
Concentración CPV	30% sistema						▲	
Heterounión HJT	25% paneles						▲	
Células orgánicas	>10%						▲	
PROCESISTAS EN FABRICACIÓN								
Automatización	>95%							▲
Dispersión	<2%							▲
Rechazos	<5%						▲	
INVERSORES								
Inversores alta eficiencia	Aumento del 10% eficiencia						▲	
Electrónica activa en red	>90% parámetros de red						▲	
Inteligencia dinámica	Gestionabilidad 100% huecos							▲
Respuesta dinámica	huecos de tensión y transitorios nubes							▲
BOS								
Componentes generales	Reducción costes 20%							▲
Sistemas seguimiento	Reducción costes 20%. Mant. min.							▲
Apararata y protecciones MT	Estandarización							▲
Seguidores y estructuras	Reducción de costes >30%						▲	
INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS								
Diseño innovadores	Homologación y Certificación						▲	
Fabricación industrial	Industrialización, estandarización						▲	
Gestión inteligente	control de >95% de consumos							▲
Proyectos pilotos	> 20 singulares							▲
GESTIONABILIDAD								
Plantas masivas	Códigos de red; penetración FV >10%						▲	
Operación y Mantenimiento	Predictivo-correctivo						▲	
Movilidad eléctrica	>10%/20% del transp. Elec. 2025/2030							▲
Alta penetración de EERR (FV+CST+EO)	>50%						▲	
Desarrollo plataformas de gestionabilidad	en abierto						▲	
Proyectos pilotos	> 100 proyectos singulares							▲
Seguridad y Ciberseguridad							▲	
SISTEMAS AISLADOS								
Electrificación rural	Min.manten; 5% mercado mundial						▲	
Bombeo solar	Gestionabilidad; sistemas						▲	
Sistemas mixtos EO+FV+D	> 1 MW						▲	
AUTOCONSUMO								
Códigos de red	Seguridad						▲	
Estandarización y certificación	Reducción <20%costes						▲	
Sistemas inteligentes de gestión	Bilaterales						▲	
Integración en redes urbanas	>500.000 tejados; 20.000 industrias							▲
ALMACENAMIENTO ELECTRICO								
Grandes Plantas	>1 horas							▲
Autoconsumo	>6 horas							▲
Aislados	> 5 días/coste baja						▲	
MEDIOMBIENTALES								
Reciclado paneles	>95%							▲
Eliminación-reducción Subs. Peligrosas	>99%							▲
Recuperación suelo	>50%						▲	
estudios de impacto	>10						▲	
VARIABILIDAD Y PREDICTIVIDAD								
Evaluación del recurso	30 años IC 97%						▲	
Modelos meteorológicos	>75% predictividad						▲	
Ingeniería de sistemas amortiguadores	> 10% /5 ciclos frecuencia-potencia						▲	
TEORIA DE MODELOS FENÓMENO FV								
Dispositivo complejos	Teoría funcionamiento nano y micro							▲
Envejecimiento	>20% durabilidad							▲
Ensuciamiento	<10%							▲
PROMOTOR EPC, PPA								
Metodología de diseño y ofertas	< 10% precio-calidad oferta						▲	
Grandes Grupos financieros-técnicos	>5% ofertas mundiales						▲	
Empresas de O+M	>5% mercado mundial							▲

Figura 42. Hoja de ruta y materias de priorización para el sector español a 2020, 2030 y 2050. (Fuente: Fotoplat)

Como consecuencia de las actividades realizadas en el foro ALINNE, en 2017 surgió una nueva visión para alcanzar una imagen del mapa de la innovación en España; avance que pretendía dirigirse hacia los nuevos esfuerzos de concentración en áreas, grupos de investigación, dispersión de medios técnicos y humanos, escasez de masa crítica para acometer con ciertas garantías de avance en un mapa de la innovación tecnológico era excesivamente amplio como para ser eficaz. Por ello, se propusieron las denominadas Iniciativas Tecnológicas prioritarias (ITP, ver anexo D).

La ITP 1, denominada “Gestionabilidad de las plantas FV, favoreciendo la integración en la red”, agrupa una serie de tareas sobre la interconexión y las innovaciones para que la conexión sea suave, previsible e incluso regulable y que busquen que los sistemas FV apoyen al buen funcionamiento de la red. Los temas para avanzar se refieren a: previsibilidad del recurso, almacenamiento, códigos de red (huecos de tensión, apoyo en reactiva, frecuencia, armónicos, etc.), regulación de tensión en redes débiles, etc. La demanda más importante hacia el sector es la de disponer de redes pilotos (micro-redes) que permitan investigar las respuestas; además de modelizar y ajustar los parámetros dinámicos.

La ITP 2 se refiere a las grandes plantas y se titula “Desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas, enfocado a la reducción global de los costes (LCOE)”, en el que se acomete este nuevo campo de plantas de cientos de MW con dificultades derivadas del tamaño, la necesaria modularidad, la operación como una unidad de gestión y todos los aspectos de monitorear la operación de miles de componentes y subsistemas; además de acometer un mantenimiento clave para una explotación óptima buscando altos valores de disponibilidad, minimizando los fallos y buscando una generación optimizada. Al igual que en la ITP anterior se requiere plantas pilotos sobre las que experimentar procedimientos y herramientas diversas.

La ITP 3 se refiere a un nicho del mercado y denominado “Promover acciones para acelerar el proceso de integración FV en edificios (BIPV)”, siendo una prioridad porque la directiva de edificios concentra mucho esfuerzo por lograr edificios de consumo casi cero, reducción que vendrá del lado de la eficiencia energética y que se acompañará en el resto de la demanda con sistemas solares (térmicos y FV). El área requiere grandes esfuerzos en seguridad, estandarización, certificación de campos nuevos.

C6. HOJA DE RUTA FOTOPLAT AREAS PRIORITARIAS ESPAÑA

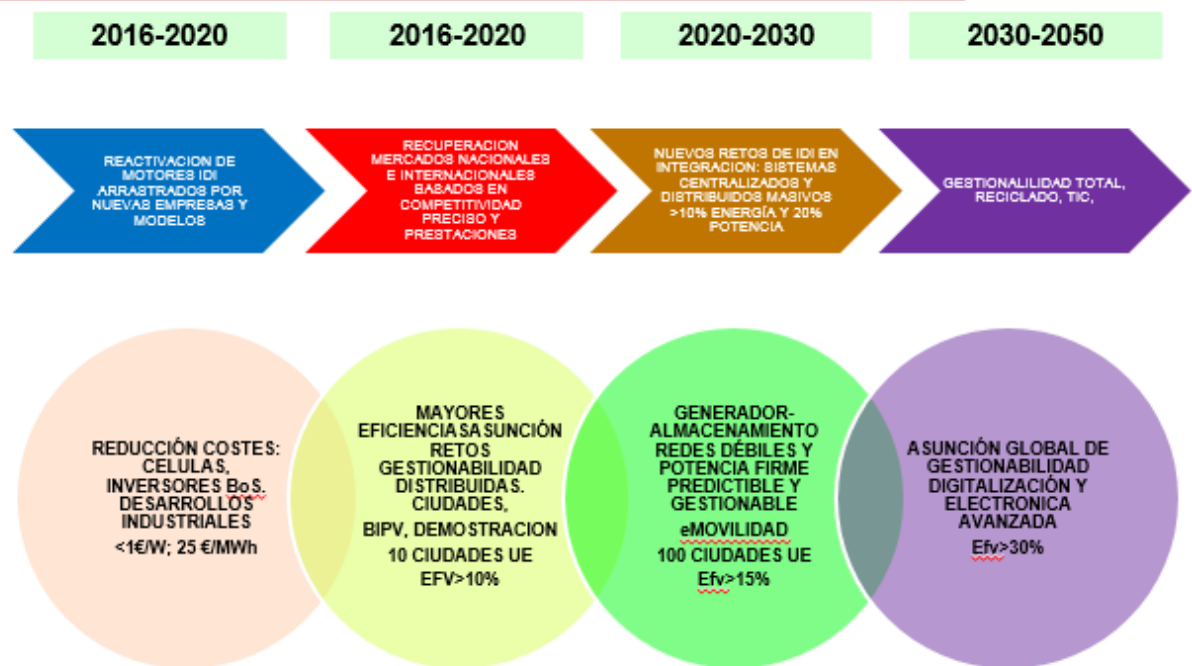


Figura 43. Síntesis de la hoja de ruta, materias a priorizar, objetivos a perseguir para el sector FV español a 2020, 2030 y 2050.

4 SEGUIMIENTO DEL PLAN ESTRATÉGICO

De todas aquellas acciones de seguimiento se harán los consiguientes entregables para conocimiento general. Entre ellos debe destacarse los esfuerzos (recursos económicos, incentivos, marco legislativo, etc.) en aumentar la masa crítica de investigadores y tecnólogos para adecuarlos a la demanda del mercado y a las necesidades de investigación generales y particulares.

Además, se adoptarán las siguientes acciones:

- **Fotoplat asume la responsabilidad del seguimiento a través de su comité de estrategia, a través de reuniones específicas para evaluar desvíos y proponer correcciones.**

- **Seguimiento de los indicadores cuantitativos más importantes propuestos:**
 - **Evolución de costes de componentes y sistemas**
 - **Evolución de los niveles de penetración (P, E) en las redes y nodos; identificación de problemas**
 - **Evaluación empresas españolas de participación en el mercado**
 - **Número de instalaciones conectadas en España**
 - **Seguimiento de mercados europeos y otros**
 - **Niveles de entrada de TIC.**
 - **Seguimiento de eficiencias y nuevos materiales**

- **Seguimiento de los indicadores cualitativos señalados en el plan:**
 - **Aceptabilidad social de grandes plantas**
 - **Seguimiento de impactos en el territorio y ratios de ocupación de terreno.**
 - **Difusión de la tecnología y del mercado**

REFERENCIAS

<http://www.iea-pvps.org/index.php?id=477>

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings/nearly-zero-energy-buildings>

https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/quarterly_report_on_european_electricity_markets_q4_2017_final.pdf

<http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-de-energias-renovables>

http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/avance_informe_sistema_electrico_2017_v3.pdf

http://www.creara.es/noticias/pv_grid_parity_monitor/la-fotovoltaica-continua-su-avance-hacia-la-paridad-de-red-en-el-segmento-comercial-2

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0057&qid=1488449105433&from=EN>
www.solarpowereurope.org/home/

www.greenbyte.com/resources/evolution-of-solar-power

http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109894/cost_development_of_low_carbon_energy_technologies_v2.2_final_online.pdf

<http://www.itrpv.net>

www.ise.fraunhofer.de

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2016_ExecutiveSummary_Spanishversion.pdf
<https://ec.europa.eu/jrc>

http://heic.environment.harvard.edu/files/heic/files/solar_bos_cost_reductions.pdf

https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/AgoraEnergiewende_Current_and_Future_Cost_of_PV_Feb2015_web.pdf

<http://www.minetad.gob.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/2018/Documents/Resumen%2020180402%20Veditado.pdf>

<https://doi.org/10.1002/ente.201800037>

<http://encuestas.ciemat.es/index.php/516344>

<http://www.seris.nus.edu.sg/>

<https://www.pv-magazine.com/2018/03/09/pv-magazine-storage-highlights-ranking-1-to-24/>

http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf

ANEXO A FOTOPLAT: ORGANIZACION PARA PROMOVER LA I+D+i FOTOVOLTAICO ESPAÑOL

Fotoplat (www.fotoplat.org) en los 4 años que lleva de desarrollo (aunque en 2005 hubo una propuesta) se ha ido configurando como un foro de promoción y de participación de los agentes de la I+D+i en FV. Aunque es un sector substancialmente dinámico en el desarrollo de sus propios caminos de innovación, la conjunción en un foro de los principales actores: centros de investigación DIU (Departamentos de Investigación en Universidades), CCTT, OPIs, y empresas diversas (industriales, instaladores, comercializadores, etc.) abre nuevas oportunidades (en el anexo F se recogen los centros españoles e internacionales más importantes con los que se debe continuar una labor de acercamiento y acuerdo). La organización permite establecer una colaboración abierta entre los socios de Fotoplat, y de esta forma, representa y participa en todos los asuntos alrededor de las tecnologías renovables, aportando su visión del sector en todos los foros energéticos-tecnológicos.



Figura 44. La misión de FOTOPLAT

Para valorar en conjunto la plataforma en el cuadro adjunto se recogen los indicadores de seguimiento que sirven de termómetro de la participación e importancia sectorial que la plataforma representa. Se destaca que el número de socios, 131, es un valor muy significativo; y especialmente porque en conjunto están involucrados en el proceso más de 500 tecnólogos; además de la participación en proyectos de innovación nacionales e internacionales.

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	VALOR OBJETIVO
Número de socios	135
Reuniones de Grupos de trabajo/año	20
Reuniones/Colaboraciones/Encuentros con otras Plataformas Tecnológicas	14
Número de proyectos de I+D generados en los GT en convocatorias nacionales/año	13
Número de empresas de la plataforma participantes en proyectos de I+D en convocatorias nacionales/año	23
Número de proyectos de I+D generados en los GT en convocatorias internacionales/año	10
Número de empresas de la plataforma participantes en los proyectos de I+D en convocatorias internacionales	13
Número de empresas que penetren en los mercados donde la plataforma enfoque el estudio de mercado	51
Número de propuestas relacionadas con el sector elevadas a órganos de la Administración desde la plataforma	3

Figura 45. Indicadores de seguimiento de FOTOPLAT

Para llevar a cabo la misión que ha decidido asumir en la transición energética actual y el posicionamiento en un escenario a largo plazo, FOTOPLAT se ha organizado de acuerdo con el esquema adjunto que permite dar respuesta a la demanda general y particular que requiere esta actividad. Se destacan los tres grupos de trabajo principales: tecnologías, mercados y estrategia, que recogen los principales focos de atención que la innovación debe contemplar para disponer de visiones específicas.

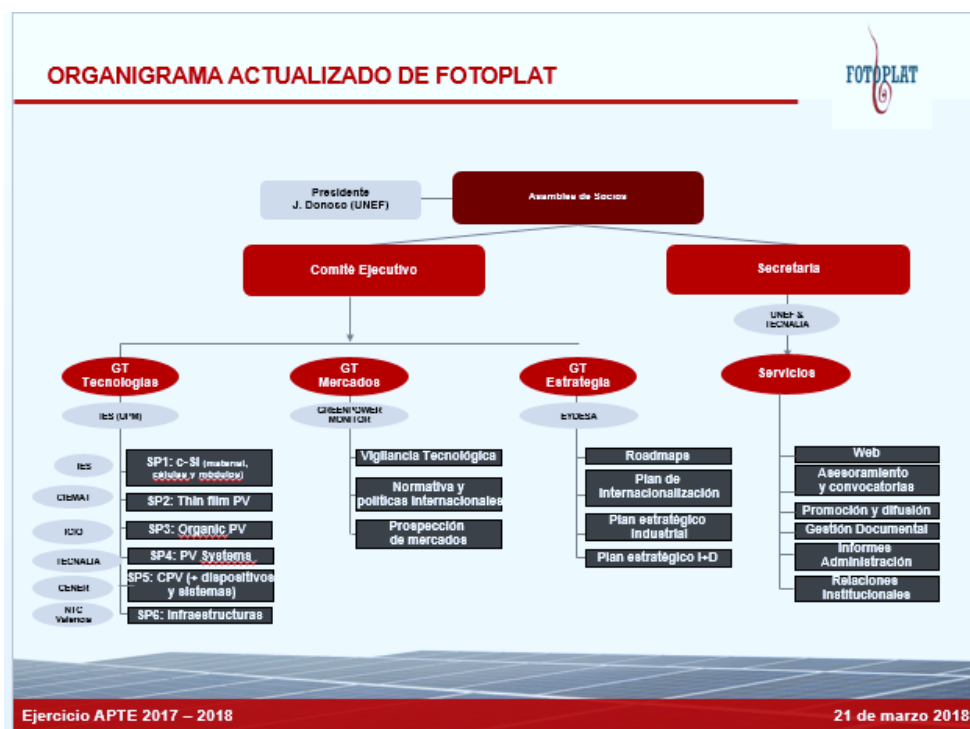


Figura 46. La organización del trabajo de innovación

La plataforma permite dar respuesta a una gran demanda de colaboración y análisis en el contexto de la I+D+i en energía, pues participa de forma directa en todos los

eventos tecnológicos en los que tiene algo que decir: científicos, tecnológicos, socio-económicos y ambientales en los que este tipo de generación eléctrica renovable significa una aportación significativa. En el cuadro adjunto se recogen algunas de las tareas realizadas. Destacaría, entre ellas, las referidas a la búsqueda de conexión con otras plataformas y hacer de ellas un elemento de integración indispensable: GICI y CCPTe (www.gici.com; www.energyfromspain.com) Así, las reuniones de TRANSFIERE en Málaga representan el encuadre de la misión en el escenario general; en el caso de 2018 en el contexto de la transición energética, de la lucha contra el cambio climático aportando energía eléctrica al sistema sin emisiones de GEI y reduciendo los recursos (agua, combustibles, etc.) a la mínima expresión (ver ANEXO H). O en GENERA feria de las renovables donde convergen intereses por los aspectos más industriales, de desarrollo socio-económico, de tracción regional, etc. Y, destaca la participación de la plataforma en el Foro Solar que alrededor del sector fotovoltaico organiza UNEF y ha sido un foro de impulso del sector y de carácter internacional. En ese contexto FOTOPLAT representa el lado más tecnológico de la organización aportando consistencia y solidez a un desarrollo armónico del mercado. Además de participar en todo tipo de consultas privadas y públicas relacionadas con el sector y su tecnología.



Figura 47. Actividades y tareas destacables en torno a FOTOPLAT: GICI, CCPT

ANEXO B EJERCICIO APTE 17

La base de la presenta estrategia es la exposición que se llevó a cabo el pasado 21.3.2018 ante la GEVAL (Grupo de Evaluación) de ALINNE (Alianza para la Innovación Energética); dentro de análisis que se vienen realizando a las diferentes tecnologías energéticas y que trata de actualizar el ejercicio anterior APTE 2014. El objetivo de APTE es identificar puntos fuertes y débiles de los sectores industriales y de activos para llevar a cabo una innovación eficaz; definiendo una estrategia sectorial lo más acorde con las necesidades, el potencial y en el contexto de la tecnología. Las imágenes que acompañan a esta explicación pueden verse a continuación

The image shows a presentation slide with a red and black background. At the top right is the FOTOPLAT logo. The main title is 'PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA FOTOVOLTAICA'. Below it, the subtitle reads 'Ejercicio de "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DE LAS TECNOLOGÍAS ENERGÉTICAS" (APTE 2017-2018)'. At the bottom, there are logos for 'Promueve' (UNEF and tecnalia) and 'Financia' (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD). Below the slide, a list of topics is shown:

- I. Presentación de la Plataforma Tecnológica Española de Fotovoltaica
- II. Presentación Sectorial: análisis del ejercicio APTE y actualización del estado de la tecnología
 - Criterio 1 a 5
- III. Presentación de los Criterios Estratégicos:
 - Criterio 6. Coherencia Tecnológica
 - Criterio 7. Disponibilidad de instrumentos y recursos financieros

At the bottom of the slide, it says 'Ejercicio APTE 2017 – 2018' on the left and '21 de marzo 2018' on the right.

Figura 48. Presentación ante la GEVAL del trabajo APTE 17 FOTOPLAT

El trabajo realizado para APTE analiza a través de 7 indicadores el posicionamiento del sector español, en ese caso del sector fotovoltaico, su potencial de desarrollo y los instrumentos o acciones que son necesarias para lograr el máximo de retornos en todos los ámbitos posible. Los indicadores son 17 (fig49) y cubren desde la economía y empleo generado por el sector hasta valorar las capacidades (en ciencia, tecnología e innovación; trata de situar el sector español en el contexto general; valora el estado sobre las infraestructuras para la certificación y homologación; centra la aportación que la tecnología ofrece para el cumplimiento de objetivos energéticos y medioambientales nacionales y su valor en el proceso de transición energética; alcanza una valoración de la coherencia tecnológica del sector; y, señala la necesidad de disponer de instrumentos financieros adecuados.

- 1. ECONOMÍA Y EMPLEO**
 1. Contribución al PIB español
 2. Empleos directos e indirectos generación
 3. LCOx: Costes de generación
 4. Coste de 1 tonelada de CO2 no emitida
 5. Cuota del mercado español de la tecnología, de las 3 primeras empresas
 6. Contabilidad de las externalidades del sector tecnológico
- 2. CAPACIDADES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**
 7. Financiación obtenida por la tecnología
- 3. POSICIONAMIENTO TECNOLÓGICO**
 8. Nivel de TRL de la tecnología
 9. Valor anual esperado del mercado español
 10. Valor anual esperado del mercado mundial
 11. Empresas españolas entre las 20 primeras de la Unión Europea
 12. Patentes españolas
- 4. CAPACIDADES DE INFRAESTRUCTURAS DE I+D, DE HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN**
 13. Número de agentes de I+D en España
 14. Trabajadores en agentes de I+D dedicados a la tecnología
- 5. CONTRIBUCIÓN A LOS OBJETIVOS ENERGÉTICOS Y MEDIOAMBIENTALES**
- 6. COHERENCIA TECNOLÓGICA.**
- 7. DISPONIBILIDAD DE INSTRUMENTOS Y RECURSOS FINANCIEROS;.**

Figura 49. Indicadores para el análisis APTE 17

A continuación, se señalan los elementos más importantes del trabajo APTE realizado por Fotoplat para ALINNE. En primer lugar, la aportación del sector al PIB señala el verdadero peso que la actividad sobre la economía, que en el horizonte 2030 puede alcanzar los 6.000 M€, cercano al 0,4% del mismo. Con relación al empleo se ha estimado que pueden alcanzarse los 20.000 directos y unos 13.000 indirectos, cifra muy importante en el contexto general.

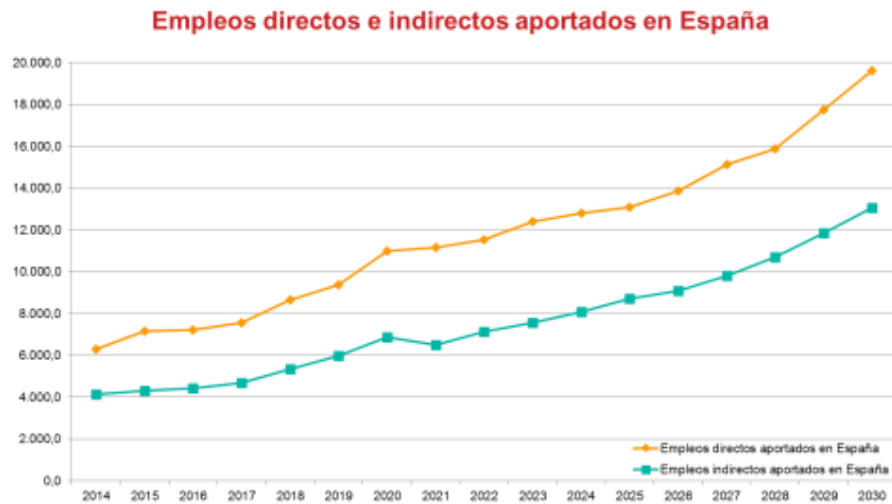
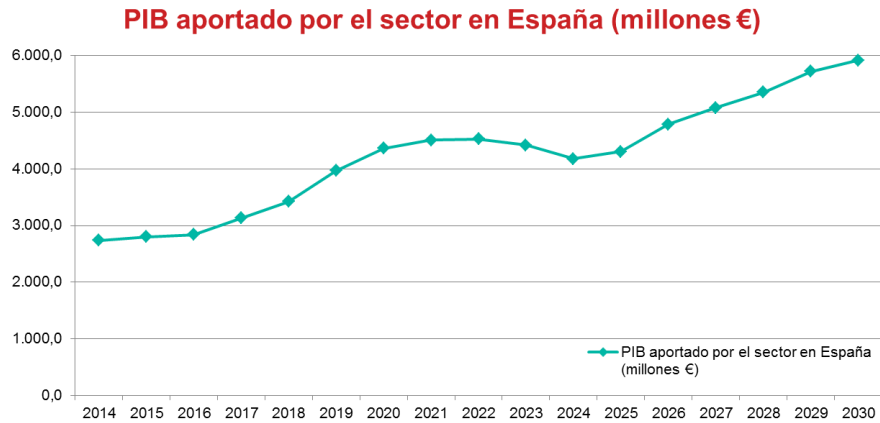


Figura 50. Aportación al PIB y empleos generados por el sector

Otro indicador muy relacionado con la competitividad real del sector frente a otras alternativas y desde el punto de vista económico se mide a través del LCOE que varía especialmente según sea el subsector: residencial, industrial y de servicios y grandes plantas, yendo desde 100€/MWh hasta 30€/MWh, en ambos casos dentro de la paridad de red, pero con diferentes pendientes pues las reducciones de costes afectan de forma muy diferente, por el tamaño y condiciones de interconexión, entre otras. De igual forma se analiza el coste de la tCO₂ no emitida al que debiera estar para su aceptación por el lado medioambiental y con diferentes paso por cero según la aplicación.

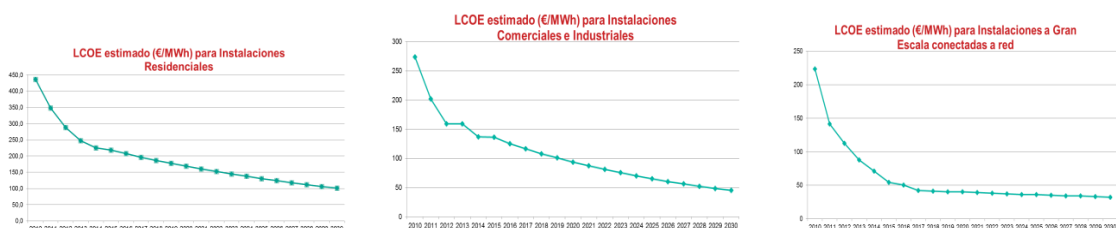


Figura 51. Evolución del LCOE (Levelized Cost of Energy) según las aplicaciones (Instalaciones residenciales; Instalaciones comerciales e industriales; e Instalaciones a gran escala conectadas a red, respectivamente)

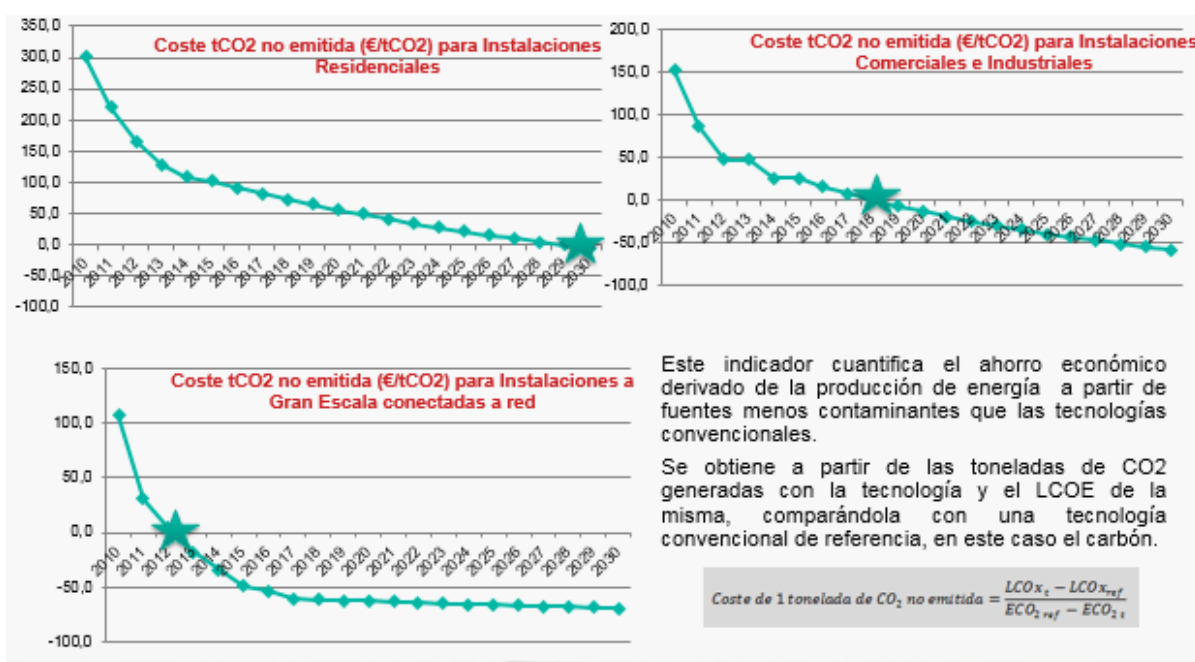


Figura 52. Evolución del coste de sustitución de la tonelada de CO2 no emitida según las aplicaciones (Instalaciones residenciales; Instalaciones comerciales e industriales; e Instalaciones a gran escala conectadas a red, respectivamente)

Otro indicador de posicionamiento de mercado es la cuota que las tres primeras empresas españolas captan de ese mercado interior que alcanza los 450 M€. Se han analizado igualmente las externalidades del sector y se indica la importancia de la disminución de la dependencia de las energías fósiles y por ello de una reducción de las importaciones de 4,3 Mtep; cercano al 2% del consumo de energía primaria.

En el apartado de ayudas públicas nacionales destinadas al I+D se alcanzarán cifras en 2030 del 1,14% del volumen de ventas; y al que hay que sumar un porcentaje de 0,5% con origen en la UE.

La tecnología es analizada respecto al posicionamiento de TRL, que en términos generales se sitúa en el nivel 9, es decir sistemas maduros y con experiencia avanzada en durabilidad. Pero la senda de innovación tanto a nivel tecnológico (eficiencia) como de costes puede seguir avanzado a medio plazo, como se indicará en el presenta Plan donde aparecerán desarrollos desde TRL 3 hasta TRL 9.

Con relación al mercado español se ha recogido la actualidad hasta el 2030 en el gráfico adjunto con esas oscilaciones del año 2017. Las previsiones del mercado mundial para 2030 es de 411 GW y se espera captar el 3% por las empresas españolas, bien posicionadas y con una imagen de marca importante. El mercado interior en 2030 alcanzará un volumen de 3.182 M€ que corresponde a los 1.300 MW nuevos y a la explotación de un parque interior de cerca de 20.000 MW⁴³ y principalmente a la participación en los mercados internacionales.

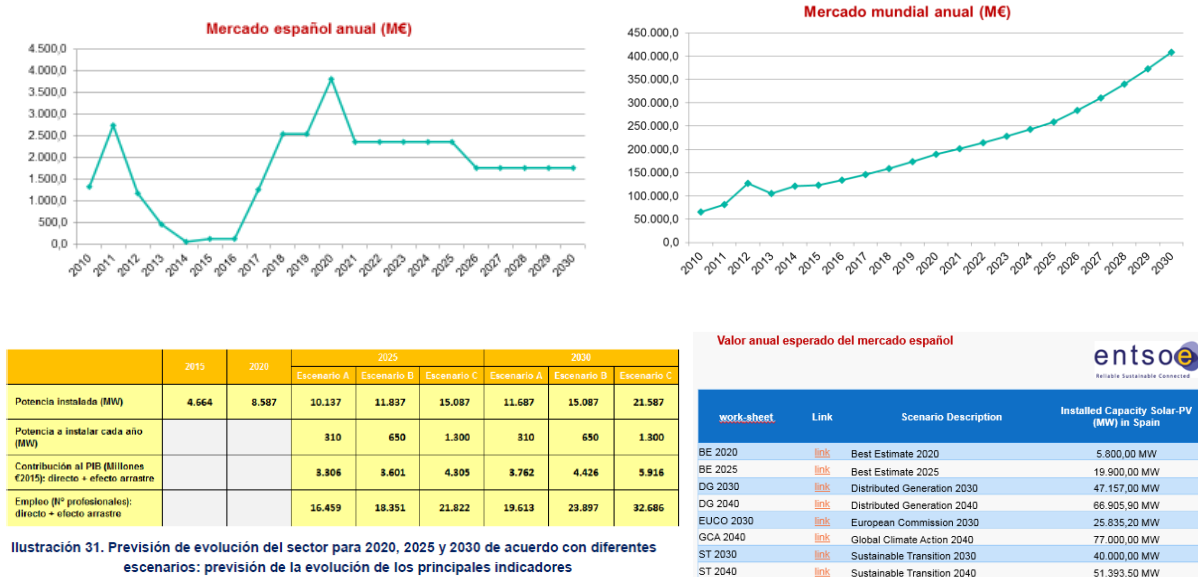


Figura 53. Previsión de crecimiento del mercado español (Fuente: Deloitte y ENTSOE)

La recopilación de las capacidades del sector se ha hecho con la colaboración de los socios de FOTOPLAT a través de un formulario en la página web de Fotoplat (<http://fotoplat.org/mapa-capacidades/>). El Mapa de capacidades del sector fotovoltaico pretende recoger las capacidades científico-tecnológicas de los distintos grupos de investigación de empresas, Universidades y Centros Tecnológicos del sector, para tener una visión detallada del potencial del sector fotovoltaico español y favorecer sinergias debido al conocimiento mutuo.

La herramienta permite clasificar estas capacidades de los distintos grupos de investigación atendiendo a varias categorías, como son el tipo de tecnología FV, la

⁴³ El análisis de ENTSOE a2030 trabaja con tres escenarios a 2030 para España de potencia instada: DG 47.157 MW; EUCO con 25.835 MW y ST que se posiciona en 40.000 MW. Se señala que los escenarios analizados por el Comité de expertos se han basado en los propuestos por ENTSOE. Por otro lado, el estudio de Deloitte para UNEF, julio 2017, proponía 21.587 MW, más centrado en la propuesta de Fotoplat para Alinne.

cadena de valor y la alineación con los objetivos del Set Plan de la I+D+i de ese grupo de investigación. Esto permite hacer búsquedas concretas en base a estos criterios

FOTOPLAT

Inicio ▾ Grupos de Trabajo ▾ Ayudas ▾ CCPTe ALINNE Revistas de referencia Contacto Acceder

Mapa de Capacidades

Búsqueda libre

CLEAR SEARCH

Buscar por TECNOLOGÍA	Buscar por CADENA DE VALOR	Buscar por OBJETIVO del SET PLAN
Silicio Cristalino	Materiales	Set Plan 1 Major advances in efficiency of established technologies (c-Si and TFs) and new concepts
Thin Film	Célula	Set Plan 2 Reduction of the cost of key technologies
Fotovoltaica Orgánica	Módulos	Set Plan 3 Further enhancement of lifetime, quality and sustainability
CPV (+dispositivos y sistemas)	Equipamiento - BoS	Set Plan 4 Enabling mass realisation of "(near) Zero Energy Buildings" by Building-Integrated PV (BIPV)
Sistemas Fotovoltaicos	Aplicaciones	Set Plan 5 Major advances in manufacturing and installation
	Sistemas - Plantas	
	Operación y mantenimiento (O&M)	

Figura 54. Criterios de clasificación de la I+D+i del sector fotovoltaico

Además de las capacidades, se recogen también las infraestructuras disponibles de los distintos grupos de investigación, para dar una mayor utilidad y visibilidad a dichas instalaciones, poder establecer una oferta y demanda de servicios y con ello aprovechar con ello el gran potencial de I+D del que dispone la industria española.

En el anexo E se puede ver un ejemplo de ficha del Mapa de capacidades

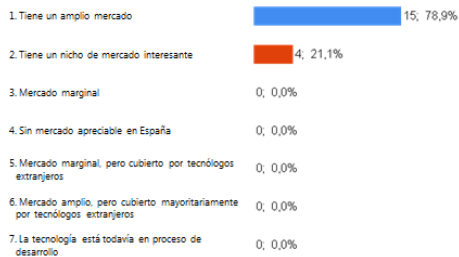
ANEXO C. RESPUESTAS GEVAL AL APTE 17

El Grupo de Evaluación (GEVAL), formado por 40 expertos de diferentes disciplinas, es que el responde, tras la exposición de cada plataforma y siguiendo el método de subjetividad compartida, a las cuestiones planteadas.



00:00

1. ¿Cuál es para la industria española el posicionamiento en cuanto a diseño y fabricación de los principales componentes de la tecnología en cuestión en el presente?

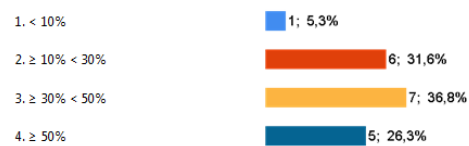


Votos:19



00:20

4. Cuota de mercado nacional integrada en los últimos 10 años para el conjunto de dichas empresas:

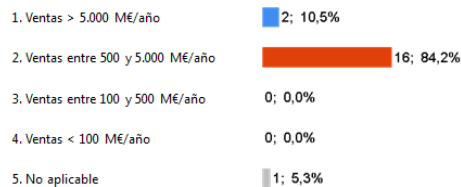


Votos:19



00:08

2. ¿Considera que esta tecnología ha generado un desarrollo de tejido empresarial -en términos de actividad y empleo- en los últimos 10 años en España?



Votos:19



00:34

5. ¿Existen empresas españolas capaces de dar respuesta a los desarrollos tecnológicos, aunque la tecnología no esté del todo desarrollada, en el corto plazo y llevarlos a su cadena productiva?

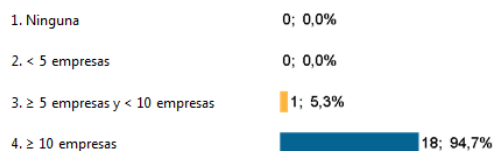


Votos:20



00:14

3. Existencia de empresas industriales españolas (incluidas ramas de actividad en industrias ya existentes) asociadas a la tecnología considerada:



Votos:19



00:26

6. Para el medio y largo plazo, ¿existen esas empresas ya en España?

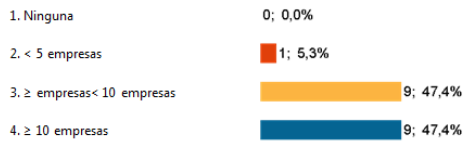


Votos:19



00:17

7. Creación esperada de nuevas empresas industriales españolas (incluidas nuevas ramas de actividad en industrias ya existentes) asociadas a la tecnología considerada (en 2022):

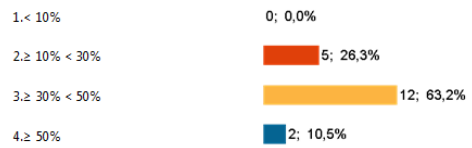


Votos:19



00:18

11. Cuota de mercado **nacional** esperada para el conjunto de empresas asociadas a la tecnología considerada (para el periodo 2022-2030):

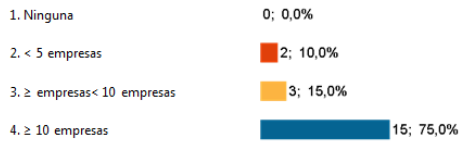


Votos:19



00:21

8. Creación esperada de nuevas empresas industriales españolas (incluidas nuevas ramas de actividad en industrias ya existentes) asociadas a la tecnología considerada (para el periodo 2022-2030):

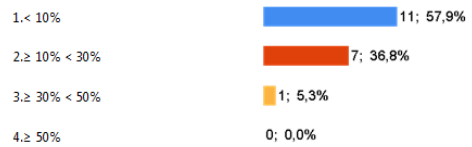


Votos:20



00:18

12. Cuota de mercado **internacional** esperada para el conjunto de empresas asociadas a la tecnología considerada (para el periodo 2022-2030):



Votos:19



00:00

9. Cuota de mercado **nacional** esperada para el conjunto de empresas asociadas a la tecnología considerada (en 2022):

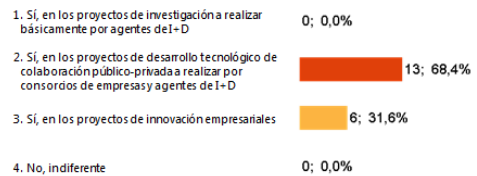


Votos:19



00:21

13. ¿Considera que esta tecnología energética merece concentrar un mayor apoyo en las políticas públicas de I+D+i?

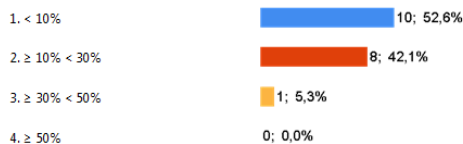


Votos:19



00:14

10. Cuota de mercado **internacional** esperada para el conjunto de empresas asociadas a la tecnología considerada (en 2022):

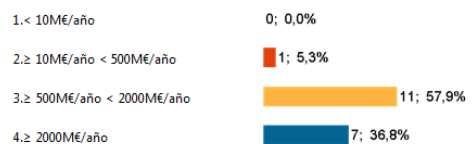


Votos:19



00:25

15. Teniendo en cuenta el potencial de esta tecnología asociado a una adecuada evolución de sus costes, a la capacidad de asimilación de sus desarrollos tecnológicos y la incorporación a la cadena productiva, ¿qué volumen de mercado global (España + internacional) asigna a esta tecnología para el periodo 2022-2030 para la tecnología española?

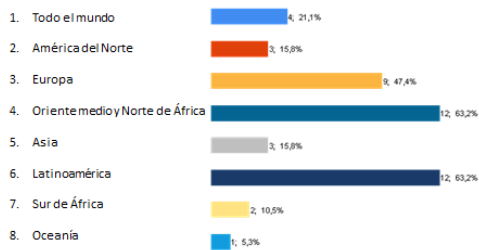


Votos:19



00:00

16. Marque los países principales por importancia de mercado, fuera de España, a donde se dirigiría el total del 80% de su mercado exterior (en 2022):

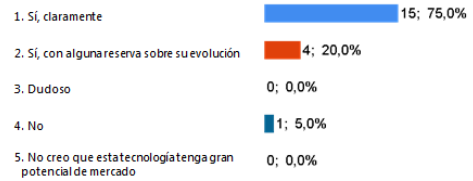


Votos:19



00:18

20. Si opina que esta tecnología tiene un gran potencial de mercado, ¿considera que merece concentrar un mayor esfuerzo inversor, el apoyo de otras políticas, la generación de nueva normativa y el desarrollo de los instrumentos adecuados para que España pudiera disponer de una ventaja diferencial competitiva a medio plazo?

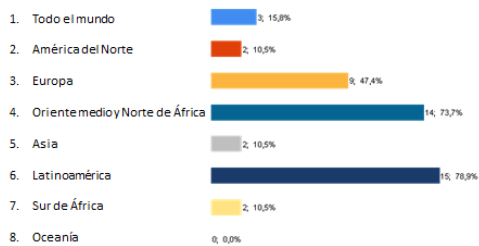


Votos:20



00:00

17. Marque los países principales por importancia de mercado, fuera de España, a donde se dirigiría el total del 80% de su mercado exterior (para el periodo 2022-2030):



Votos:19



00:18

21. Sobre la base de que ésta tecnología, en el mix de tecnologías disponibles para la demanda energética interna, pudiera presentar ventajas especiales (capacidad de arrastre industrial, en particular, potencial de actividad y empleo) para apostar por su implantación, y teniendo en cuenta, además, que existen políticas de innovación, industrialización y de implantación (energética) más o menos imbricadas, especialmente en el contexto de la UE de un mercado único de tecnologías; ¿considera oportuno que la tecnología en cuestión disponga de más recursos que otras dedicadas a la innovación?

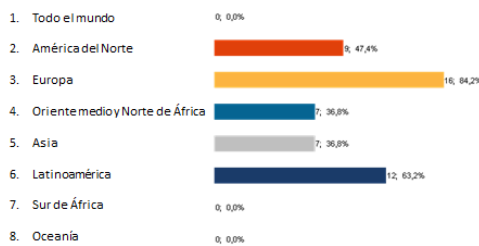


Votos:20



00:00

18. Si considera que esta tecnología puede ser instrumento para afianzar o crear nuevas alianzas estratégicas en terceros países, en cuanto a **innovación**, indique cuáles:



Votos:19



00:00

22. ¿Considera que la aceptación social de la tecnología en cuestión en España representa un reto importante?

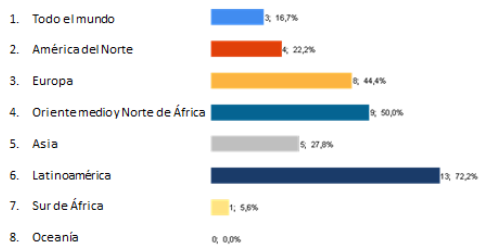


Votos:19



00:00

19. Si considera que esta tecnología puede ser instrumento para afianzar o crear nuevas alianzas estratégicas en terceros países, en cuanto a **mercado**, indique cuáles:

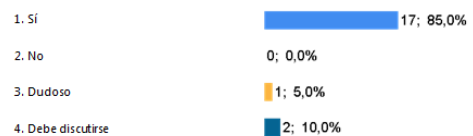


Votos:18



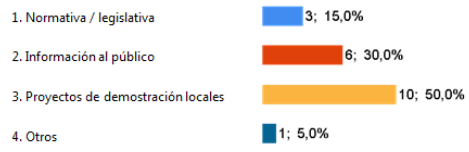
00:11

23. ¿Es factible su superación?



Votos:20

24. En caso de ser factible su superación, ¿qué instrumentos sería necesario desarrollar?



Votos:20



00:21

25. ¿Ha identificado la tecnología qué barreras regulatorias deben ser reformadas para acelerar su implantación industrial?

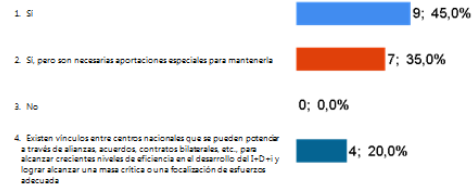


Votos:20



00:11

29. ¿Hay una base sólida de Investigación en esta tecnología en España, competitiva a nivel internacional (personal cualificado, instalaciones punteras, grupos de renombre en la generación del conocimiento y en la transferencia del mismo a la tecnología) con capacidades en los centros de I+D+i, disponiendo de masa crítica de recursos económicos, equipamientos y personal del I+D+i y logrando niveles de eficiencia para alcanzar objetivos y su desarrollo nacional e internacional?



Votos:20



00:00

26. En caso de contestación afirmativa a la pregunta anterior, ¿considera que es factible que se realice esta reforma a 2022?



Votos:19



00:07

30. En su opinión, ¿con qué tipo de infraestructuras de I+D+i cuenta la tecnología actualmente para su desarrollo por tecnólogos españoles?



Votos:20



00:15

27. ¿Ha identificado la tecnología qué plantas de demostración son convenientes para el desarrollo de la tecnología y qué fórmula se considera más adecuada para su financiación?

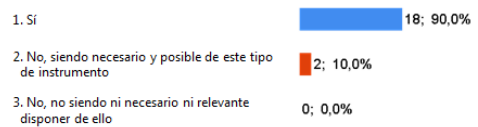


Votos:20



00:20

31. ¿La capacidad de los centros de I+D+i en la tecnología, recogen las áreas de homologación y certificación adecuadamente?

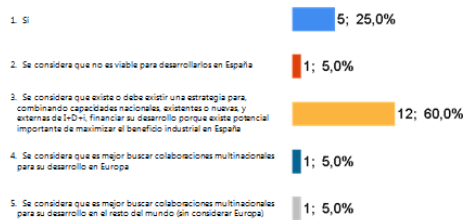


Votos:20



00:05

28. La escala de los futuros proyectos, especialmente de demostración, para esta tecnología, ¿es viable para ser desarrollada en España a 2022?

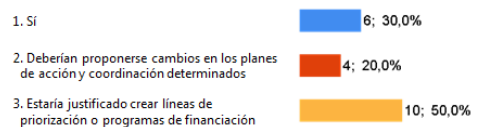


Votos:20



00:04

32. ¿Cree adecuada la organización de la I+D+i en esta tecnología para lograr objetivos?



Votos:20



00:27

33. ¿Hay realmente en esta tecnología...

- 1. líneas prioritarias de la Administración, propuestas de financiación? 3; 15,0%
- 2. o pueden considerarse apoyos generales? 17; 85,0%

Votos:20



00:25

37. La penetración de los nuevos desarrollos tecnológicos en el mercado será:

- 1. Cuestionable 0; 0,0%
- 2. Larga y compleja y requerirá de una planificación estratégica 2; 10,0%
- 3. Requerirá de apoyos en instrumentos y financiación públicos y empuje privado, pero la calidad de sus productos promete la entrada en el mercado de forma natural 18; 90,0%

Votos:20



00:17

34. ¿Cuál es la valoración exterior de los desarrollos tecnológicos llevados a cabo en España, sobre empresas y centros de investigación en esta línea tecnológica?

- 1. Conocida y valorada 16; 80,0%
- 2. Algo conocida 4; 20,0%
- 3. No mucho 0; 0,0%

Votos:20



00:16

38. ¿Existen Iniciativas Tecnológicas Prioritarias para esta tecnología que identifiquen, con una probabilidad de éxito plausible, productos o servicios con potencial de mercado y de creación de actividad económica?

- 1. Sí 3; 15,0%
- 2. Sí, aunque se precisaría de la implementación de algún tipo de mecanismo financiero y/o de otro tipo (normativo, regulatorio...) para su desarrollo y entrada en el mercado 16; 80,0%
- 3. No, aunque se considera necesario identificarlas 1; 5,0%
- 4. No, no siendo ni necesario ni relevante disponer de ellas 0; 0,0%

Votos:20



00:25

35. ¿Cuál es la posición y valoración internacional de nuestros centros de I+D+i en relación con la tecnología?

- 1. Utilizados por contratistas extranjeros 5; 25,0%
- 2. Conocidos y apreciados 13; 65,0%
- 3. No muy conocidos 2; 10,0%

Votos:20



00:00

39. ¿Considera que sería útil, para acelerar la entrada en el mercado de esta tecnología, que la administración definiera líneas prioritarias y propuestas de financiación específicas para esta tecnología después de consultar con los expertos?

- 1. Sí 16; 84,2%
- 2. No, sólo apoyos generales 3; 15,8%

Votos:19



00:27

36. ¿Cuál es su opinión sobre la actual capacidad de transferir conocimiento desde la ciencia a la tecnología y el mercado en esta tecnología?

- 1. Aceptable 17; 85,0%
- 2. Es una asignatura pendiente la fase de industrialización / comercialización 3; 15,0%

Votos:20

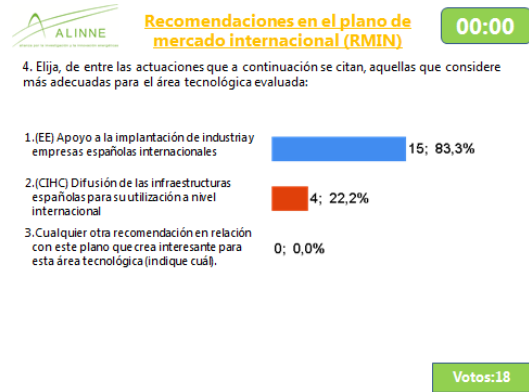


00:17

40. ¿Considera usted que esta tecnología puede ser clave para modificar el sistema energético español, de cara a lograr los objetivos de energía y clima en el marco del proceso de la Unión de la Energía para Europa?

- 1. Sí 17; 85,0%
- 2. Sí, aunque limitado a un papel de apoyo en la transición energética 3; 15,0%
- 3. No 0; 0,0%

Votos:20



ANEXO D FICHAS ITP 2016

Título de la ITP:	1. GESTIONABILIDAD DE LAS PLANTAS FV, FAVORECIENDO LA INTEGRACIÓN EN LA RED.
Descripción:	Integración óptima de la operación de las plantas de generación fotovoltaicas en el sistema eléctrico general buscando la máxima compatibilidad.
Objetivos Generales:	En España donde se pretende contar con altas tasas de penetración de energía fotovoltaica en generación central y distribuida, surge la problemática de la integración en red. Recordando por un lado el perfil de generación de la fotovoltaica, centrado en las horas diurnas y por otro la variabilidad de la producción por ser dependiente de las condiciones meteorológicas. Considerando tanto grandes plantas en suelo como sistemas distribuidos en tejado, esta integración presenta múltiples retos: integración en red, en mercados o regulatoria.
Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en España	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de proyecto piloto en micro-red monitorizada para estudiar el efecto de la progresiva penetración de las instalaciones en la red. • Estudio sobre soluciones para incrementar la capacidad de la red para favorecer la penetración de la energía solar fotovoltaica a nivel distribuido.
Horizonte Temporal	Dependiendo de la línea de actuación concreta hablamos de proyectos que pueden implementarse en el horizonte temporal de XX años.
Recursos Financieros necesarios para su desarrollo [1]:	Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia, así como incentivos fiscales, garantías o financiación blanda. Y la mejora del entorno financiero para favorecer inversiones nacionales e internacionales.
Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios [2]:	Compromiso de las administraciones, central y regionales, por un marco regulatorio estable para el desarrollo y fomento de las energías renovables, sin la introducción de medidas que supongan cambios retroactivos en las condiciones de operación de las plantas de generación. Desarrollo de un plan nacional y regional de transición energética en el que se marquen objetivos vinculantes de alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico. Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energética exterior en el sistema eléctrico.
Contactos (PTE):	fotoplat@fotoplat.org

Título de la ITP:	2. DESARROLLO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE GRANDES PLANTAS, ENFOCADO A LA REDUCCIÓN GLOBAL DE LOS COSTES (LCOE).
Descripción:	Avanzar y acelerar el proceso de normalización, estandarización y reglamentación para el uso de diversos sistemas para una integración en edificios, principalmente en fachadas.
Objetivos Generales:	<p>Avanzar en soluciones arquitectónicas y de integración fotovoltaicas en todo tipo de cerramientos, especialmente fachadas acristaladas, utilizando vidrios activos.</p> <p>Resolver todos los aspectos de reglamentación que permitan el uso de sistemas solares fotovoltaicos integrados en los elementos arquitectónicos de los edificios, procurando seguridad y durabilidad de los mismos.</p> <p>Diseñar y ensayar soluciones arquitectónicas diversas que permitan su integración tanto en edificios de diseño nuevo como en edificios antiguos en rehabilitación.</p>
Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en España	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevo mercado para soluciones arquitectónicas, en parte en fase precomercial o piloto. • Diseños estándar para soluciones diversas en que se desarrollen nuevas soluciones arquitectónicas activas. • Diseño de nuevos productos altamente novedosos para su uso generalizado en arquitectura, especialmente en fachas acristaladas, atrios, etc.
Horizonte Temporal	<p>El horizonte, dada la existencias de diversas soluciones y ptoyectos demostrativos es superior a los 5 años, durante los cuales deben resolverse cuestiones de normalización, seguridad, etc.</p> <p>Con el horizonte 2030 se debe alcanzar soluciones industriales para su uso masivo en los edificios, permitiendo avances significativos en diseños y demandas en ingeriría de diseño, soluciones constructivas, y normalización.</p>
Recursos Financieros necesarios para su desarrollo [1]:	Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven un abanico amplio de soluciones arquitectónicas en diferentes modelos constructivos: residencial, servicios, grandes espacios comerciales, etc. Así mismo los instrumentos fiscales pueden hacer avanzar; y especialmente la facilitación de recursos financieros amplios en el que los riesgos de las operaciones estén garantizadas o reducidas en el riesgo tecnológico que corresponda. Igualmente, favorecer el marco financiero para promover actuaciones de empresas españolas como EPC, ESEs y otros tipos de Promotores.
Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios [2]:	<p>Compromiso de las administraciones, central y regionales, por un marco regulatorio estable para el desarrollo y fomento de las energías renovables, sin la introducción de medidas que supongan cambios retroactivos en las condiciones de operación de las plantas de generación.</p> <p>Desarrollo de un plan nacional y regional de transición energética en el que se marquen objetivos vinculantes de alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico.</p> <p>Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energética exterior en el sistema eléctrico.</p>
Contactos (PTE):	apt@fotoplat.org

Título de la ITP:	3. PROMOVER ACCIONES PARA ACELERAR EL PROCESO DE INTEGRACIÓN FV EN EDIFICIOS BIPV
Descripción:	Integración óptima de la operación de las plantas de generación fotovoltaicas en el sistema eléctrico general buscando la máxima compatibilidad.
Objetivos Generales:	<p>En España donde se pretende contar con altas tasas de penetración de energía fotovoltaica en generación central y distribuida, surge la problemática de la integración en red. Recordando por un lado el perfil de generación de la fotovoltaica, centrado en las horas diurnas y por otro la variabilidad de la producción por ser dependiente de las condiciones meteorológicas.</p> <p>Considerando tanto grandes plantas en suelo como sistemas distribuidos en tejado, esta integración presenta múltiples retos: integración en red, en mercados o regulatoria.</p>
Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en España	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de proyecto piloto en micro-red monitorizada para estudiar el efecto de la progresiva penetración de las instalaciones en la red. • Estudio sobre soluciones para incrementar la capacidad de la red para favorecer la penetración de la energía solar fotovoltaica a nivel distribuido.
Horizonte Temporal	Dependiendo de la línea de actuación concreta hablamos de proyectos que pueden implementarse en el horizonte temporal de XX años.
Recursos Financieros necesarios para su desarrollo [1]:	Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia, así como incentivos fiscales, garantías o financiación blanda. Y la mejora del entorno financiero para favorecer inversiones nacionales e internacionales.
Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios [2]:	<p>Compromiso de las administraciones, central y regionales, por un marco regulatorio estable para el desarrollo y fomento de las energías renovables, sin la introducción de medidas que supongan cambios retroactivos en las condiciones de operación de las plantas de generación.</p> <p>Desarrollo de un plan nacional y regional de transición energética en el que se marquen objetivos vinculantes de alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico.</p> <p>Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energética exterior en el sistema eléctrico.</p>
Contactos (PTE):	fotoplat@fotoplat.org

ANEXO E EJEMPLOS FICHA DE MAPA DE CAPACIDADES: CIEMAT

El resto de fichas del mapa de capacidades están accesibles en la página web de Fotoplat en el enlace <http://fotoplat.org/mapa-capacidades/>).



CIEMAT – Mapa de Capacidades

[Volver al listado](#)

Imprimir Ficha

[Ver Ficha de Socio](#)

Grupos de investigación:

Energía Solar Fotovoltaica-CIEMAT

Tecnología

- Silicio Cristalino (material, células y módulos)
- Thin Film
- Sistemas fotovoltaicos

Cadena de Valor

- Materiales
- Célula
- Módulos
- Equipamiento - BoS
- Aplicaciones
- Sistemas - Plantas
- Operación y mantenimiento (O&M)

Alineamiento con los objetivos del Set Plan

- Set plan 1: Major advances in efficiency of established technologies (c-Si and TFs) and new concepts
- Set plan 2: Reduction of the cost of key technologies
- Set plan 3: Further enhancement of lifetime, quality and sustainability
- Set plan 4: Enabling mass realisation of "(near) Zero Energy Buildings" by Building-Integrated PV (BIPV)

ver más información

Principales capacidades


- Technology of PV devices based on deposited Si
- Synthesis and characterization of PV thin-film materials
- Characterisation and testing of PV Modules
- Testing of PV plants
- Self-Consumption & PV Building Integration Applications



Responsable/s

Nombre	Apellido	Cargo	Teléfono	Email
Nieves	Vela	Responsable Unidad	91 3466 364	nieves.vela@ciemat.es

Número de Investigadores: 23

Equipamiento

<p>Software</p> <ul style="list-style-type: none">• Aplicación de cálculo de propiedades ópticas de láminas delgadas a partir de espectros de transmitancia y reflectancia• Aplicación para el control de irradiancia de un simulador solar	
<p>Fabricación</p> <ul style="list-style-type: none">• Wet bench for chemical treatments.• Laser processing and doping.• Sputtering DC and RF.• Thermal and e-Beam Evaporation.• Modulated Flux Deposition.• Plasma Enhanced CVD (PECVD) and HF-PECVD.	

<p>Caracterización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test bench for semiconductor- and PV-cell testing • Indoor testing of PV modules: Electrical, optical and accelerated tests • Outdoor testing of PV modules, degradation and power-rating assessment • Portable laboratory for testing PV plants • Test bench of PV components : inverters batteries, water pumping systems and DC lighting equipment • Laboratory for calibration of solar irradiance sensors 	
<p>Otros</p>	

Publicaciones relevantes recientes

Título	Autor/es	Año
<p>Tailoring of microstructure and optoelectronic properties of Aluminium doped Zinc Oxide changing gun tilt. Material Science in Semiconductor Processing 27 (2017) 115-121.</p>	<p>S. Fernández, J. Grandal, A. Trampert and F.B. Naranjo.</p>	<p>2017</p>
<p>Depth-prediction method for direct laser-scribing processes Applied Surface Science 422 (2017) 111-115.</p>	<p>D. Canteli, J.J. García-Ballesteros, C. Molpeceres, J.J. Gandía and I. Torres.</p>	<p>2017</p>

Proyectos de investigación nacionales e internacionales

Título	Página web	inicio – Año fin
DEPRISACR Desarrollo de Patrones Primarios de Irradiancia Solar basados en Radiómetros Absolutos de Cavidad (ACR)		2018-2020
PVCastSOIL Caracterización experimental y modelización del efecto del ensuciamiento FV correlacionado con parámetros meteorológicos		2018-2020
DIGRAFEN Dispositivos de grafeno para la mejora de las energías renovables		2018-2020
OXYCON-P: Transparent conductor oxides with different conductivity types applied for flexible optoelectronic devices.		2016-2018
InVivo nEXTh: In Vivo Solar Technologies OM : EXperimentAl Design in Harsh climate and acceptance contexts.		2016-2018
OMEGA: Medidas de calidad y no intrusivas para la evaluación y optimización energética de edificios existentes con elementos constructivos avanzados (OMEGA-CM)		2015-2018
CHEETAH: Cost-reduction through material optimization and Higher Energy output of Solar PV modules – joining Europe’s Research and Development efforts in support of its PV industry		2014-2017
SOLAR-ERA.NET: ERA-NET on Solar Electricity for the Implementation of the Solar Europe Industry Initiative.		

Presencia en asociaciones nacionales e internacionales

- EERA JP Photovoltaics
- FOTOPLAT
- ETIP-PV
- International Energy Agency (IEA): Tasks 7, 12, 15 and 46
- Standardisation; IEC/CENELEC/AENOR/IECRE

ANEXO F MAPA DE CENTROS DE I+D+i INTERNACIONALES PARA EL ANALISIS DE ALIANZAS MULTILATERALES

La necesidad de alcanzar acuerdos de carácter estratégicos, además de los propios de los trabajos de proyectos internacionales, se propone una política de alianzas que permitan potenciar las capacidades propias y a la vez hacer un seguimiento de los trabajos y de políticas de mayor alcance. Por ello construye un mapa que debe ser analizado en un trabajo específico y que concluya con ese plan de colaboraciones, intercambios y alianzas estratégicos

CENTRO	DESCRIPCIÓN	WEB	PAÍS
CENER	Especializado en la investigación aplicada y en el desarrollo y fomento de las energías renovables. Cuenta con una alta cualificación y un reconocido prestigio nacional e internacional. En la actualidad, presta servicios y realiza trabajos de investigación en 6 áreas: Eólica, Solar Térmica y Solar Fotovoltaica, Biomasa, Energética Edificatoria e Integración en Red de las Energías Renovables.	http://www.cener.com	ESPAÑA
CIEMAT	El CIEMAT desarrolla programas de I+D+i en las áreas de la reducción de costes, aumento de rendimiento y fiabilidad de módulos, componentes y sistemas fotovoltaicos, así como el desarrollo de nuevos dispositivos basados en lámina delgada aplicada a distintos materiales y procesos de deposición.	http://www.ciemat.es/	ESPAÑA
EURECAT	Fotovoltaica Orgánica obtenida por técnicas de impresión pre-industrial, Impresión de materiales funcionales, Electrónica Impresa, Dispositivos electroluminiscentes, Sensores impresos	http://www.eurecat.org	ESPAÑA
ICMAB- CSIC Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona	I+D en tecnologías fotovoltaicas emergentes. En particular, la aplicación de materiales orgánicos, híbridos y óxidos para su uso como capas activas en celdas solares. Caracterizamos las capas mediante distintos tipos de microscopía (AFM, SEM) y espectroscopía (Raman, elipsometría, FTIR, microfotoluminiscencia, etc.). Además, tenemos una línea de ensamblaje de celdas que incluye distintos métodos de deposición desde disolución, así como evaporadora de metales. Por último, hacemos caracterización avanzada de celdas y módulos, incluyendo eficiencia de conversión energética, eficiencia cuántica externa, mapas de fotocorriente, mapas de luminiscencia, mapas Raman, etc.	https://departments.icmab.es/nanopto/	ESPAÑA
IK4-TEKNIKER	<i>It was founded in 1981 and presently has a staff of more than 250 people composed mostly by Doctors, Engineers and Science graduates. Its main point of specialization is Manufacturing. During its lifetime IK4-Tekniker has been very active in research in Europe, as it has been involved in more than one hundred european projects. In the field of Photovoltaics, Ik4-Tekniker has developed Thin Film CIGS PV cells by the two-step process that are deposited using mostly high vacuum technologies, including sputtering and evaporation in vacuum, in a way that is very similar to that used by some of the leaders in the field, for example, Solar Frontier.</i>	http://www.tekniker.es	ESPAÑA
INGETEAM POWER TECHNOLOGY, S.A.	Ingeteam es un Grupo especializado en electrónica de potencia y de control, (inversores, convertidores de frecuencia, controladores y protecciones), generadores, motores, bombas y proyectos de ingeniería eléctrica y de automatización. Completa su oferta con servicios de operación y mantenimiento.	http://www.ingeteam.com	ESPAÑA

INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR - UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	El IES desarrolla una estrategia de investigación centrada en conceptos de alta eficiencia y bajo coste, cubriendo aspectos que van del material de partida a la instalación final, y comprende siete líneas de investigación: Sistemas Fotovoltaicos, Generación Distribuida Renovable y Control Inteligente, Integración de Sistemas e Instrumentos, Tecnología del Silicio, Semiconductores III-V, Estudios Fundamentales y Cálculos Cuánticos.	http://www.ies.upm.es	ESPAÑA
INSTITUTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONCENTRACIÓN	El ISFOC dispone de varias plantas fotovoltaicas de concentración, en funcionamiento desde 2008, que incorporan distintas tecnologías disponibles en el mercado. El objetivo de las plantas piloto de ISFOC es ayudar y apoyar a la industria en el desarrollo de la tecnología. También se estudia información muy valiosa para el sector, tales como fiabilidad, idoneidad y la producción de cada tecnología.	http://www.isfoc.net	ESPAÑA
Nanostructured Solar Cells Group	células solares nanoestructuradas, perovskita híbridas metal-orgánicas	https://www.upo.es/investiga/ccs/	ESPAÑA
STANSOL ENERGY SL	Diseño, suministro e instalación de estructuras para el sector fotovoltaico	http://www.stansolgroup.com	ESPAÑA
TECNALIA	procesos especiales para fabricación de componentes y subconjuntos con una División de Energías Renovables (EERR) que desarrolla, igualmente, los procesos y equipos específicos para cada trabajo además de realizar la propia explotación de los mismos en destino	http://www.tecnalia.com/es/	ESPAÑA
TECNOLOGÍA, MAQUINARIA E INNOVACIÓN, S.A.	procesos especiales para fabricación de componentes y subconjuntos con una División de Energías Renovables (EERR) que desarrolla, igualmente, los procesos y equipos específicos para cada trabajo además de realizar la propia explotación de los mismos en destino,	http://tmi-alcort.com	ESPAÑA
TEKNIA GROUP	Empresa multinacional con capacidad de fabricación en tecnologías de inyección de plástico, estampación metálica, conformado de tubo, mecanizado y ensamblaje, en la que se ofrece el servicio de fabricación "local": global + local	http://www.tekniagroup.com	ESPAÑA
Universidad de Almería	Grupo de investigación en FV	https://www.ual.es/	ESPAÑA
UNIVERSIDAD DE JAEN	Grupo de Investigación IDEA, investigando en: Caracterización y modelado de módulos y generadores FV, Análisis económico-financiero de sistemas FV, Integración del FV en edificación sostenible, ETC	http://www.ujaen.es	ESPAÑA

Valencia Nanophotonic Technology Center (Valencia NTC)	Tecnología: Si cristalino, thin Film. Cadena de valor: Materiales, células, módulos, aplicaciones	http://www.ntc.uv.es/	ESPAÑA
NREL	<i>From photovoltaic (PV) materials to PV modules to PV systems, the National Center for Photovoltaics (NCPV) at the National Renewable Energy Laboratory (NREL) pursues comprehensive, ongoing research PDF that is of high value to PV companies and PV users</i>	https://www.nrel.gov/pv/	EE.UU
IER	<i>The Institute for Energy Research (IER) is a not-for-profit organization that conducts intensive research and analysis on the functions, operations, and government regulation of global energy markets. IER maintains that freely-functioning energy markets provide the most efficient and effective solutions to today's global energy and environmental challenges and, as such, are critical to the well-being of individuals and society.</i>	https://instituteofenergyresearch.org/	EE.UU
FRAUNHOFER	<i>Fraunhofer Society is Europe's largest application-oriented research organization. As one of its 67 specialized research institutes in Germany, the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE develops systems, components, materials and processes in the areas of the electrical and thermal use of solar energy. Another main focus is the investigation of reliability and lifetime.</i>	https://www.fraunhofer.de/en.html?	ALEMANIA
Loughborough University	<i>Loughborough University's research comprises the Applied Photovoltaics Research Group in the Centre for Renewable Energy Systems Technology (CREST) in the School of Electronic, Electrical and Systems Engineering. The research focus of this team is the performance of photovoltaics</i>		REINO UNIDO
EURAC	<i>EURAC was established in 1992 as a private non-profit organization for advanced research and further education. The Institute for Renewable Energy works in the field of system integration of renewable energy and energy efficiency solutions for buildings. The activities range from monitoring and numerical simulation to laboratory testing.</i>	http://www.eurac.edu/en/pages/default.aspx	ITALIA
BAYWARE	<i>BayWa r.e. Operation Services S.r.l. is the leading independent PV plants management company operating in Italy, with an Italian track record exceeding 570 MW of renewable asset under management the majority of which with full Operation and Maintenance services. Globally BayWa r.e. renewable energy has an overall track record exceeding 2.300 MW</i>	https://www.baywa-re.it/en/	ITALIA
ARGONNE	<i>Argonne National Laboratory in Illinois in the US. Research in Organic PV</i>	http://www.anl.gov/energy	EE.UU

IMEC	<i>Smart grids are power networks that transport – besides electricity – information that helps us deal with our energy requirements in a more efficient and sustainable way. They enable, for instance, a smoother integration of renewable energy sources – so that we can better cope with the world’s rapidly increasing power consumption. Solliance consortium partner</i>	https://www.imec-int.com/en/home	BELGICA
KU LEUVEN	Universidad belga. Parte del consorcio Solliance	https://www.kuleuven.be/lang/esp-anol	BELGICA
VITO	<i>VITO is an independent Flemish research organisation in the area of cleantech and sustainable development. Our goal? To accelerate the transition to a sustainable world. We do this in the areas of energy, chemistry, materials, health technology and land use.</i>	https://vito.be/en	HOLANDA
TNO	<i>TNO connects people and knowledge to create innovations that boost the competitive strength of industry and the well-being of society in a sustainable way. This is our mission and it is what drives us, the over 2,600 professionals at TNO, in our work every day. We work in collaboration with partners and focus on nine domains.</i>	https://www.tno.nl/en/	HOLANDA
AIST	<i>To promote green innovation, AIST is developing technologies for increased use of alternative energy technologies, such as renewable energy sources that reduce greenhouse gas emissions (energy creation), high-density storage of energy (energy storage), highly efficient conversion and use of energy (energy saving), effective utilization of energy resources, and evaluation and reduction of environmental risks.</i>	http://www.aist.go.jp/index_en.html	JAPÓN
KAUST	<i>The current expertise in the Center is centered on photovoltaic applications based on organic, hybrid and perovskite materials. The research accomplishments of the KAUST Solar Center (KSC) faculty, helps establish the KSC as a renowned Center in these emerging photovoltaic technologies, from materials design, modeling, synthesis, and characterization to processing and solar cell fabrication.</i>	https://ksc.kaust.edu.sa/Pages/Home.aspx	ARABIA SAUDI

BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY	<i>Research at Brookhaven improves the critical properties of ultra-efficient superconducting materials, which are key to integrating renewable energy into the grid. The Lab is working with New York State utilities on technology for a smarter, next-generation distribution system that will adjust to automatic feedback from users and help identify and reduce losses. Most losses in the transmission and distribution of electricity occur as it travels to homes and business, and the future efficiency of renewable energy – including grid automation and real-time responsiveness to energy demands – is intimately connected to advancing an aging distribution system.</i>	https://www.bnl.gov/world/	EE.UU
ACAP	<i>The Australian Centre for Advanced Photovoltaics (ACAP), comprising the Australian partners of the Australia-US Institute for Advanced Photovoltaics (AUSIAPV), is developing the next generations of photovoltaic technology, providing a pipeline of opportunities for performance increase and cost reduction.</i>	http://www.acap.net.au/	AUSTRALIA
AIT – Austrian Institute of Technology	<i>ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS (JP E3S), ENERGY STORAGE, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SMART CITIES, SMART GRIDS, ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES, ENERGY SYSTEM INTEGRATIONEERA EXECUTIVE COMMITTEE MEMBER AND COORDINATOR OF JP SMART CITIES</i>	http://www.ait.ac.at/	AUSTRIA
Centre Nationale de la Recherche Scientifique – CNRS	<i>BIOENERGY, CARBON CAPTURE AND STORAGE, CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP), FUEL CELLS AND HYDROGEN, NUCLEAR MATERIALS, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY MEMBER OF 7 JOINT PROGRAMMES</i>	http://www.cnrs.fr/index.php	FRANCIA
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives – CEA	<i>AMPEA, BIOENERGY, CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP), ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS (JP E3S), ENERGY STORAGE, FUEL CELLS AND HYDROGEN, NUCLEAR MATERIALS, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SMART CITIES, SMART GRIDS, ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES, ENERGY SYSTEM INTEGRATIONEERA EXECUTIVE COMMITTEE MEMBER AND COORDINATOR OF JP AMPEA</i>	http://www.cea.fr/english-portal	FRANCIA
CRES	<i>CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP), GEOTHERMAL, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SMART CITIES, SMART GRIDS, WIND ENERGY MEMBER OF 5 JOINT PROGRAMMES</i>	http://www.cres.gr/kape/index_eng.htm	GRECIA

ENEA	AMPEA, BIOENERGY, CARBON CAPTURE AND STORAGE, CONCENTRATED SOLAR POWER (CSP), ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS (JP E3S), ENERGY STORAGE, FUEL CELLS AND HYDROGEN, GEOTHERMAL, NUCLEAR MATERIALS, OCEAN ENERGY, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SHALE GAS, SMART CITIES, SMART GRIDS, ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES, ENERGY SYSTEM INTEGRATIONEERA EXECUTIVE COMMITTEE MEMBER AND COORDINATOR OF JP FCH	http://www.enea.it/en	ITALIA
National Physical Laboratory – NPL	PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY	http://www.npl.co.uk/	REINO UNIDO
ÜBITAK – The Scientific and Technological Research Council of Turkey	BIOENERGY, FUEL CELLS AND HYDROGEN, GEOTHERMAL, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SMART GRIDS, WIND ENERGY	http://www.tubitak.gov.tr/en	TURQUIA
UK Energy Research Centre	AMPEA, BIOENERGY, CARBON CAPTURE AND STORAGE, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS (JP E3S), ENERGY STORAGE, FUEL CELLS AND HYDROGEN, NUCLEAR MATERIALS, OCEAN ENERGY, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SHALE GAS, SMART CITIES, SMART GRIDS, WIND ENERGY, ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES, ENERGY SYSTEM INTEGRATIONEERA EXECUTIVE COMMITTEE MEMBER	http://www.ukerc.ac.uk/	REINO UNIDO
VTT Technical Research Centre of Finland	AMPEA, BIOENERGY, CARBON CAPTURE AND STORAGE, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL IMPACTS (JP E3S), ENERGY STORAGE, FUEL CELLS AND HYDROGEN, NUCLEAR MATERIALS, PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY, SMART CITIES, SMART GRIDS, WIND ENERGY, ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES, ENERGY SYSTEM INTEGRATIONEERA EXECUTIVE COMMITTEE MEMBER	http://www.vtt.fi/index.jsp	FINLANDIA
Laboratorio Nacional de Materiales Gráficos (LNMG)	Fabricar celdas solares basadas sólo en materiales gráficos. Para el desarrollo del modelo, este centro de investigación trabaja en la obtención del carbono y sus variantes, las cuales son caracterizadas mediante diferentes métodos ópticos, químicos y espectroscópicos, a fin de aplicarlos en celdas solares orgánicas.	https://www.ciga.mx/index.php/mn-u-laboratorios/	MÉXICO

ANEXO G SOBRE ESCENARIOS

El dimensionado adecuado de la industria y servicios que demanda el mercado es esencial para planificar el desarrollo y preparar los necesarios recursos financieros. Por ello, se trabaja con modelos, escenarios, proyecciones y se utilizan diversas formulaciones estadísticas. Para el análisis objeto del presente PEINFV solamente se señalan los más destacables y se busca esa visión del mercado a medio plazo y largo plazo que permita a las empresas proyectar sus inversiones.

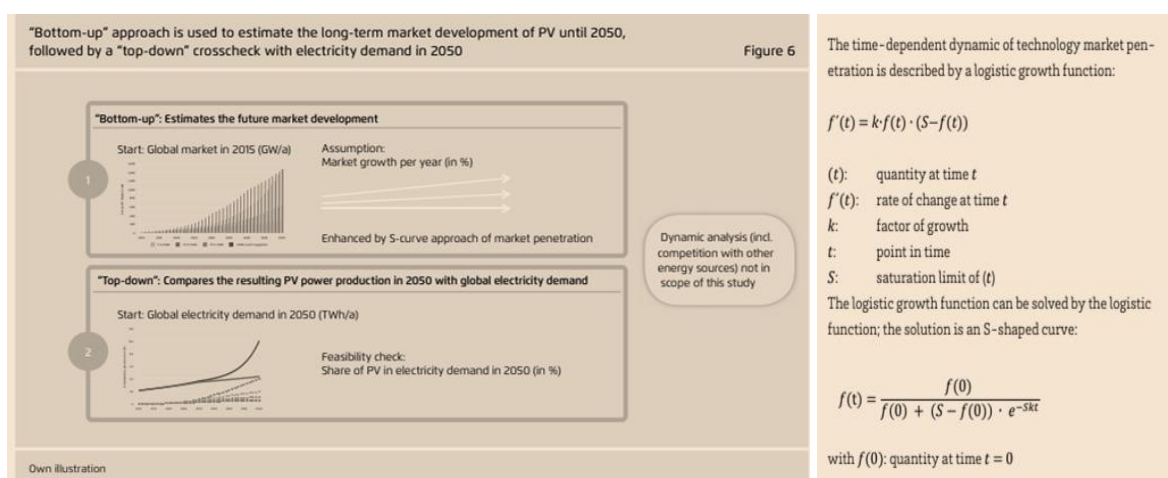


Figura 55. Aproximaciones a escenarios diversos. (Fuente: www.ise.fraunhofer.de)

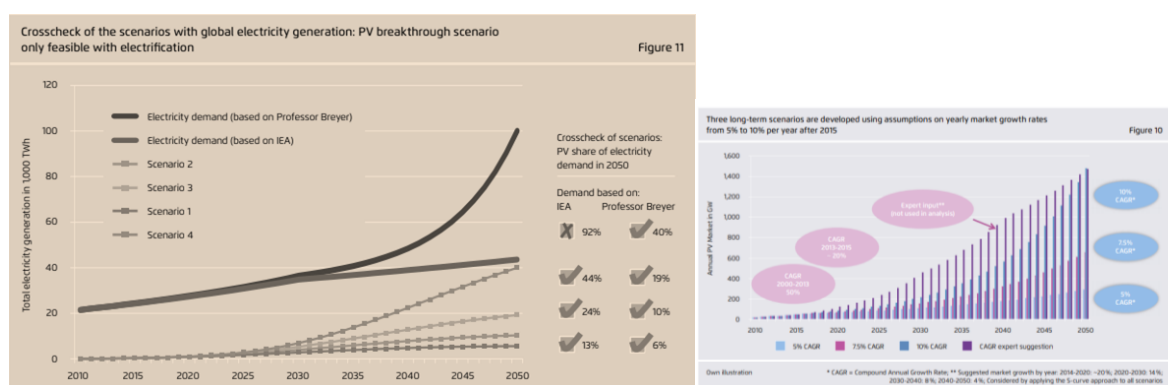


Figura 56. Comparativas para diferentes escenarios de electrificación. (Fuente: IEA, Breyer. Fraunhofer).

La verificación de viabilidad realizada en este estudio se basó en juicio experto y discusión. Las acciones resultantes de hasta al 18 por ciento de contribución de PV a la demanda de electricidad en 2050 fueron ampliamente reconocidos como factibles

sin duda desde el punto de vista del sistema eléctrico. Fue señalado que ya hoy varias regiones en Italia muestran penetración tasas de cerca del 10 por ciento. La porción resultante de 44 por ciento en el escenario 3 combinado con una electricidad global generación según el escenario IEA fue considerado como sea posible, pero fue discutido polémicamente en los talleres. Una electrificación más fuerte del sistema de energía (electricidad escenario de demanda por el profesor Breyer) reduciría la participación de PV en este escenario al 19 por ciento, enfatizando la importancia de las suposiciones en toda la energía sistema en las evaluaciones de los escenarios futuros del mercado fotovoltaico.

ANEXO H SOBRE EMISIONES GEI

La importancia que tiene la tecnología fotovoltaica por el profundo cambio que ha impreso sobre la forma de obtener energía para la actividad humana, presenta varias visiones diferentes: finitud, agua, y huella de carbono. La primera de vital importancia para la cultura humana es la imposibilidad de encontrar la energía infinita que llevaría entre otras utopías a un proceso de uso abusivo de la misma; en relación al agua que hasta ahora ha sido la base de la economía, la transformación termodinámica necesita de ella para movilizar el flujo; y, en relación con la huella, en el caso fotovoltaica esta ha pasado a reducirse casi 1000 veces en las dos últimas décadas, siendo en la actualidad mínima. Sin embargo, al objeto de señalar esquemáticamente las dificultades de seguir la huella de carbono de una determinada tecnología y aplicación, aunque es posible en la mayoría de los casos alcanzar una estimación de la misma, se adjunta una diagrama que aunque antiguo solamente trata de reflejar el complejo sistema del seguimiento de la huella de carbono en el que al final del proceso todo se convierte en emisiones y residuos, con escasa capacidad de alimentar a la economía circular.

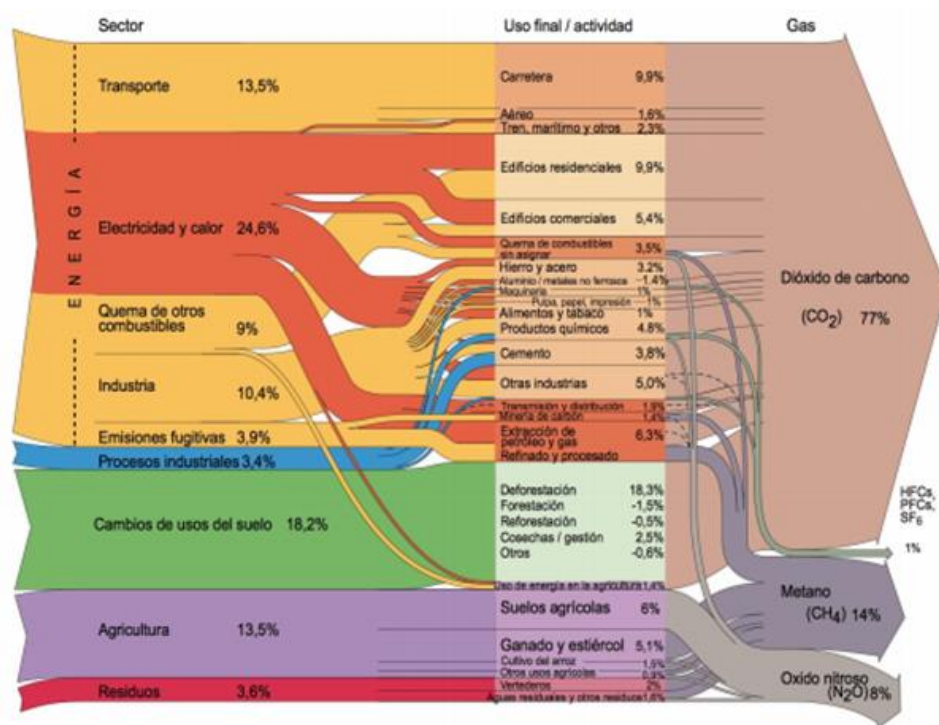
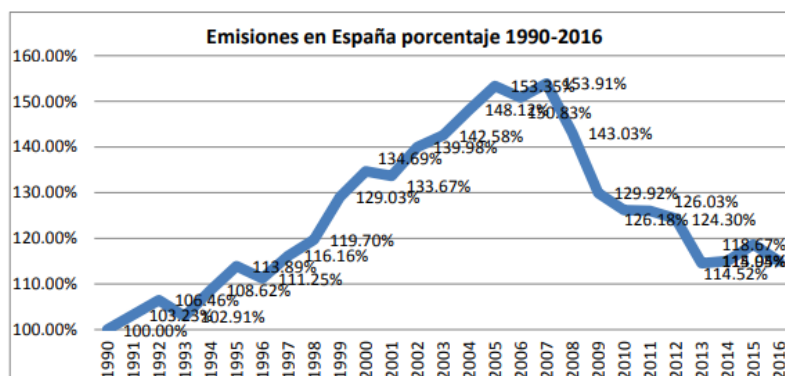


Figura 57. El flujo de energía y otros se convierte en gases y residuos (Fuente: Gobierno de Asturias)

En el gráfico adjunto, el Observatorio de Sostenibilidad, foro de análisis especialmente del binomio energía-medio ambiente, lleva una década siguiendo las implicaciones de una en otra y ha publicado las emisiones hasta 2016, adjuntas, que reflejan el esfuerzo que se está haciendo y en parte logrando, de reducir las emisiones y especialmente aquellas derivadas del uso de la energía.

Figura 1. Estimación emisiones de GEI en porcentaje hasta 2016 indexados a 1990



Fuente: J.Santamarta. Observatorio de Sostenibilidad 2017

Figura 58. Estimación de las emisiones de GEI en porcentajes respecto a 1990, en España (Fuente: Observatorio de Sostenibilidad)

El sector eléctrico recoge un cambio substancial, la mejora continua de las emisiones unitarias, con una clara participación de las EERR destacando con ello la fuerte implicación de la generación fotovoltaica.

tCO₂/MWh

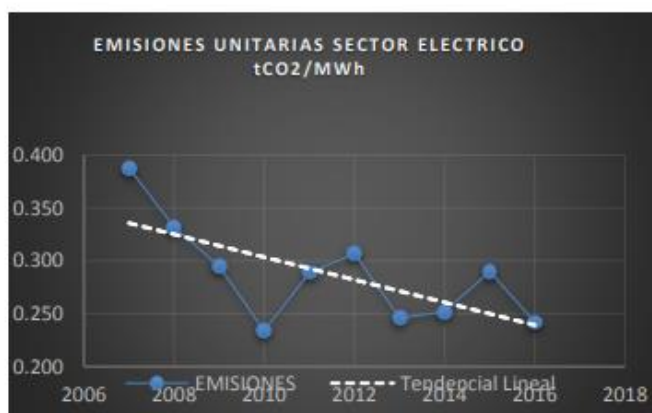
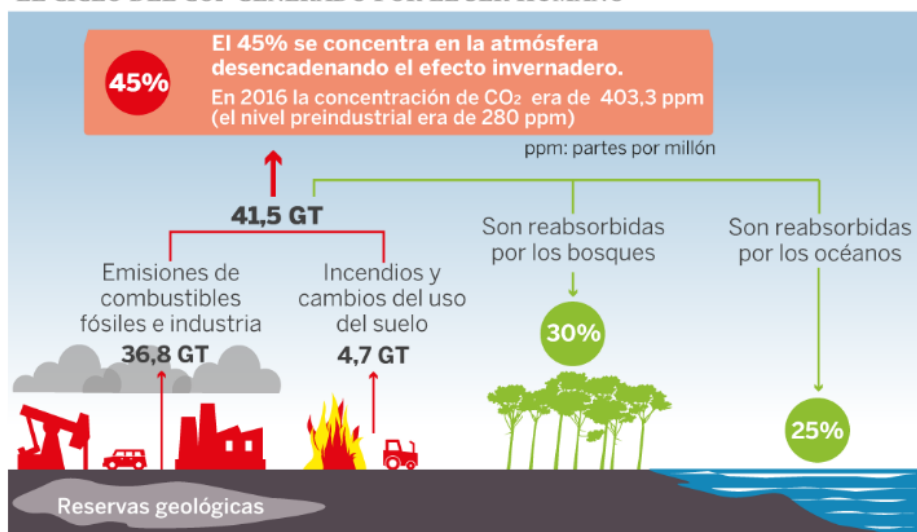


Figura 59. Estimaciones de emisiones del sector eléctrico (Fuente: OS)

En relación al esfuerzo mundial por controlar o amortiguar el efecto, el ciclo del CO₂ recoge la mayoría de los efectos inducidos que el uso de la energía induce.; especialmente preocupante es que el 45% se va concentrando en las altas capas de la atmosfera y a la larga producirá un cambio en la estabilidad de la atmosfera y en concreto en su interrelación con la biología del planeta. Así mismo se recogen las emisiones mundiales de CO₂ y una referencia a los países que más emiten.

EL CICLO DEL CO₂ GENERADO POR EL SER HUMANO

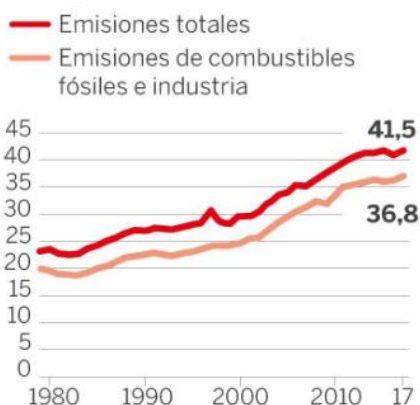


Fuente: Carbon Global Project. EL PAÍS

Emisiones mundiales de dióxido de carbono en 2017 en gigatoneladas.

EMISIONES DE CO₂ EN 2017

En Gigatoneladas

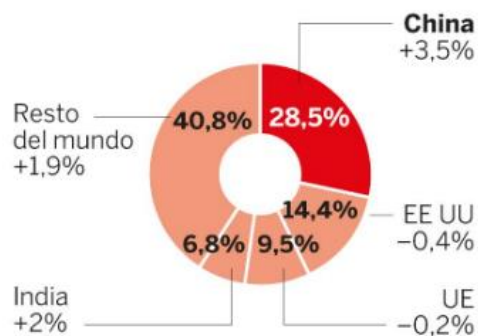


Fuente: elaboración propia. EL PAÍS

POR ZONAS GEOGRÁFICAS

En % de las emisiones mundiales de CO₂ de energías fósiles e industria

% de crecimiento anual



Fuente: Carbon Global Project. EL PAÍS

Figura 60. El ciclo del CO₂; las emisiones mundiales y las zonas geográficas origen de las mismas. (Fuente: Carbon Global Project)

ANEXO I Propuesta de Real Decreto de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución

Desde el lunes 4 de junio que está en exposición pública hasta el 25 de Junio se comentan a grandes rasgos cuales son las novedades introducidas:

El **objetivo de la propuesta** es:

- Establecer un procedimiento para la obtención de los permisos de acceso y conexión, cumpliendo el mandato establecido en el artículo 33 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reducir los plazos para el otorgamiento de permisos de acceso y conexión y simplificar los requisitos para la obtención de los mismos.
- Establecer un procedimiento de renovación de los permisos de acceso y conexión.

Adicionalmente, en la propuesta de real decreto se han introducido:

- Medidas que simplifican los requisitos técnicos del autoconsumo y reducen los requisitos de inversión.
- Medidas en el Real Decreto 900/2015, de 15 de octubre, de autoconsumo para dar cumplimiento a la sentencia del Tribunal Constitucional según la cual se debe permitir el autoconsumo colectivo y el registro de autoconsumo de energía eléctrica debe ser autónomo.
- Medidas para cumplir con diversas sentencias relativas a las redes.

Sobre el **Procedimiento de Acceso y Conexión a la red** los puntos más relevantes son:

- Un **procedimiento general** estableciendo un punto de contacto único para el solicitante (el titular de la red a la que se desea conectar), con unos plazos tasados tanto para los solicitantes como para los titulares y gestores de las redes, que dependen del nivel de tensión al que se solicita el punto de conexión.
- Unos **procedimientos simplificados** para los consumidores y generadores de pequeña potencia con unos requisitos de información más simplificados y unos tiempos reducidos a la mitad para ambas partes. Adicionalmente, se elimina la necesidad de obtención de permisos de acceso y conexión para las plantas de generación de aquellos consumidores que dispongan de mecanismos antivertidos sustituyéndola por una simple notificación.
- **Regular el contrato técnico de conexión** una vez construidas las instalaciones y el procedimiento de conexión a la red físicamente de las instalaciones de producción de energía eléctrica, distribución, transporte o consumo a un punto de la red de transporte o distribución, en el cual se le ha otorgado un permiso de acceso y conexión.
- Nueva figura de **Interlocutor Único de Posición (IUP)**: es el encargado de representar en el procedimiento de acceso y conexión a varios titulares o

promotores de instalaciones de generación que se conectan a una misma posición de tensión superior a 36 kV de una subestación.

- Establecer unos **requisitos mínimos a los titulares de la red que deberán publicar en sus páginas web para que los potenciales consumidores y generadores conozcan las capacidades disponibles en las mismas.**
- Flexibilizar la conexión a la red de transporte **considerando como planificadas hasta dos posiciones en cualquier subestación existente o incluida en el documento de Planificación de la red de transporte**, de forma que no sea preciso tramitar una modificación de la Planificación cuando se trate de actuaciones puntuales, cuyo coste de inversión va a llevarse a cabo por parte del generador.

Sobre la **Caducidad de los permisos y prórroga de los permisos de Acceso y Conexión de generación:**

- Regular un procedimiento de renovación de los permisos de acceso y de conexión permitiendo la ampliación del plazo antedicho, pero limitando su extensión en el tiempo para evitar el bloqueo de capacidades de manera indefinida.

Modificación del Real Decreto 1955/2000

- Se derogan los artículos 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66 y 103.2.a del Real Decreto 1955/2000.
- Simplificación administrativa: qué tipo de modificaciones de instalaciones en tramitación podrán obtener la autorización de construcción sin requerir una nueva autorización administrativa previa, y por el otro qué se entiende por modificación no sustancial, a los efectos de ser eximida de la obligación de obtención de autorización administrativa previa y de autorización de construcción.

Información sobre las capacidades existentes:

- Los gestores de las redes de transporte y distribución **deberán mantener un registro de los nudos que conforman las redes** que operan y publicar en su página web la siguiente información relativa a dichos nudos. Esta información **deberán actualizarla al menos cada quince días.**

Instalaciones planificadas e incluidas en los planes de inversión:

- Tendrán consideración de instalaciones planificadas de la red de transporte e incluidas en los planes de inversión, **hasta un máximo de dos posiciones en cada subestación, adicionales a las existentes y a las incluidas en el documento de planificación de la red de transporte** aprobado en virtud de lo previsto en el artículo 4 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, así como aquellas posiciones de la red de transporte que dejen de ser utilizadas por sus usuarios en las que se produzca la caducidad de los permisos de acceso y conexión por los motivos previstos en el artículo 23.2.

Modificación del Real Decreto 900/2015

- Modificar el límite de potencia instalada que puede tener una instalación de generación acogida a una modalidad de autoconsumo vinculándolo a la máxima potencia total requerida por el consumidor asociado.
- Para las instalaciones existentes, se permite que la potencia instalada de generación sea superior a la requerida por el consumidor.
- Se habilita a las Comunidades Autónomas crear y gestionar los correspondientes registros territoriales de autoconsumo. Asimismo, se crea un Registro en el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital que se nutrirá de la información aportada por los registros autonómicos. Adicionalmente, en este registro deberán inscribirse los consumidores que realicen autoconsumo en comunidades autónomas en la que no se hayan creado registros autonómicos.
- Modificar el límite de potencia instalada que puede tener una instalación de generación acogida a una modalidad de autoconsumo vinculándolo a la máxima potencia total requerida por el consumidor asociado.
- Para las instalaciones existentes, se permite que la potencia instalada de generación sea superior a la requerida por el consumidor.
- Se habilita a las Comunidades Autónomas crear y gestionar los correspondientes registros territoriales de autoconsumo. Asimismo, se crea un Registro en el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital que se nutrirá de la información aportada por los registros autonómicos. Adicionalmente, en este registro deberán inscribirse los consumidores que realicen autoconsumo en comunidades autónomas en la que no se hayan creado registros autonómicos.
- En la presente norma se aborda la regulación de la medida y facturación de las instalaciones de autoconsumo compartido.
- Excepcionalmente, se establece que los titulares de las instalaciones de producción de energía eléctrica con autorización administrativa de construcción a la entrada en vigor del presente real decreto que acrediten imposibilidad técnica o física para adaptar su conexión y su configuración de medida a las condiciones generales recogidas en la normativa del sector eléctrico, podrán solicitar a la Dirección General de Política Energética y Minas la autorización para utilizar una configuración singular de medida .

Modificación del Real Decreto 1164/2001

- Se permite medir la generación en baja tensión a aquellos consumidores que se encuentran conectados en media tensión.
- La normativa en vigor establece que, para los suministros acogidos a las tarifas en baja tensión con potencia contratada de menos de 15 kW “el control de la potencia demandada se realizará mediante la instalación del Interruptor de Control de Potencia (ICP) tarado al amperaje correspondiente a la potencia contratada”. Los equipos de telegestión instalados en los puntos de medida tipo 5 (frontera de clientes con potencia contratada de menos de 15 KW), deben disponer de capacidad para controlar la potencia demandada tanto

mediante máxímetros como otros elementos con función de limitación de la potencia

Modificación del Real Decreto 1699/2011

- Se deroga el capítulo II del Real Decreto 1699/2011.

Modificación del Real Decreto 1047/2013 y el Real Decreto 1048/2013

- Se permite retribuir el sobrecoste derivado del soterramiento de una línea de la red de distribución eléctrica que discorra por suelo rural cuando dicho soterramiento venga impuesto por una norma estatal o comunitaria.
- Se eleva el rango normativo de dichos procedimientos de operación de distribución, para que los mismos sean aprobados con rango de orden ministerial.
- Se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica