



**AEMER**

asociación de empresas de mantenimiento  
de energías renovables

## Estado actual del sector Eólico y Fotovoltaico

/

### Empleos en los servicios de Operación y Mantenimiento

(España)

Mayo 2020

Alejandro Guillén Olague  
Asesor Técnico AEMER  
[aguillen@aemer.org](mailto:aguillen@aemer.org)

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Sector Eólico .....	4
2.1 Situación actual .....	4
2.2 Expectativas .....	7
3. Sector Fotovoltaico .....	8
3.1 Situación actual .....	8
3.2 Acuerdos de compra de la energía (PPAs) .....	11
3.3 Expectativas .....	12
4. Empleos en general de las Energías Renovables - España .....	13
Sector FV.....	19
Sector Eólico .....	20
5. Empleos en la cadena de valor del O&M en el sector eólico – España.....	21
5.1 Empleos necesarios para mantener la infraestructura eólica instalada en España ....	22
6. Empleos en la cadena de valor del O&M en el sector Fotovoltaico – España .....	23
6.1 Empleos necesarios para mantener la infraestructura FV instalada en España .....	25
7. Conclusiones.....	27
Acerca de AEMER.....	28

## 1. Introducción

Tanto el sector eólico como el fotovoltaico han sufrido cambios importantes en los últimos años. Cada tecnología se ha vuelto más eficiente, se han reducido costes y los emplazamientos de las instalaciones se han extendido. En el sector eólico hacia el mar y en el fotovoltaico sobre cubiertas de naves industriales, estaciones de servicio, estacionamientos y sobre el agua.

Ahora se tienen aerogeneradores de mayor potencia de generación y plantas fotovoltaicas unitarias de cientos de MW de potencia.

Europa es clave en el desarrollo y crecimiento de ambas tecnologías y España empieza a recuperar su papel predominante que en el pasado la posicionó entre las primeras a nivel mundial.

Entre este reacomodo industrial y grandes inversiones económicas, se encuentra una parte fundamental de la cadena de valor: el sector del mantenimiento. Este eslabón está presente a lo largo del 90% de la vida útil de las instalaciones. Su presencia es indispensable desde el primer minuto que las empresas constructoras se retiran de los parques, se firman los certificados de aceptación definitiva, se liberan los avales, muchas garantías han expirado y las instalaciones empiezan a tener incidencias técnicas regulares. A partir de ese momento y hasta el desmantelamiento, las empresas de mantenimiento asumen responsabilidades de desempeño, disponibilidad, garantías, seguridad, etc., a pesar que la mayoría de las veces no participaron en el diseño y puesta en marcha. Periódicamente deben fortalecer y adaptar sus plantillas a nuevos desafíos tecnológicos, a retos logísticos y comerciales e incluso a pandemias para garantizar el cumplimiento de los contratos.

Actualmente hay una importante potencia instalada de plantas eólicas y fotovoltaicas con más de 10 años de operación. Son instalaciones con requerimientos técnicos diferentes a las que ahora se instalan. Requieren de más personal, con cualificaciones técnicas más amplias y sobretodo se encuentran emplazadas en una amplia dispersión geográfica, que requiere muchas horas de desplazamiento.

Este documento da una visión actual de la situación de estas 2 tecnologías a nivel europeo, pero sobretodo resalta la resiliencia del mercado español y su gran capacidad de adaptarse a crecimientos exponenciales en un corto plazo y pone en valor la fuerza laboral cualificada en el sector del mantenimiento de energías renovables. Los empleos que hacen posible que tanto lo ya instalado, como todas

las nuevas inversiones económicas requeridas para un escenario 100% renovable, cumplan con los retornos de las inversiones previstas.

Se cuantifica la fuerza laboral que día a día mantiene y hace cumplir los altos índices de desempeño requeridos durante toda la vida útil de estas instalaciones estratégicas de generación eléctrica.

## 2. Sector Eólico

### 2.1 Situación actual

The Wind Energy Barometer 2020 by EurObserv'ER<sup>1</sup>, recientemente publicado, destaca que la capacidad eólica global instalada creció significativamente en 2019. La mayor parte de este fuerte aumento se atribuye al crecimiento positivo en China, América del Norte y Europa, así como al notable posicionamiento del segmento eólico marino a nivel mundial.

Según este barómetro, la cifra de capacidad instalada en la UE en el año 2019 (que en ese momento todavía tenía 28 Estados miembros) fue de aproximadamente 12.238,3 MW. Si se resta la capacidad de aerogeneradores que quedaron fuera de servicio (208 MW), la cifra neta fue de 12.030,3 MW en 2019 (10.906,5 MW en 2018), quedando la base de aerogeneradores de la Unión Europea en 191.509,3 MW.

La principal explicación de este repunte es la reactivación del mercado español que creció en 2.148 MW (en comparación con 463 MW en 2018). El impulso también es muy positivo en Suecia (1.684 MW de capacidad adicional, en comparación con 689 MW en 2018), así como en Grecia (729,9 MW añadidos en comparación con 253,5 MW) y Finlandia (243 MW añadidos, en comparación con 0 MW en 2018). El principal factor negativo fue la energía eólica terrestre en Alemania, que por primera vez desde 2008 cayó por debajo del umbral de 1 GW (963 MW). La cifra anual de capacidad conectada para Francia cayó por segundo año consecutivo, llegando a 1.361 MW en 2019 (1.788 MW en 2017 y 1.583 MW en 2018).

Las instalaciones eólicas marinas del Reino Unido produjeron casi la mitad de la energía eólica del país (48,3% en 2019).

El factor de carga medio de la base europea de turbinas eólicas fue de aproximadamente el 24,6% para las instalaciones en tierra y el 39,7% para las instalaciones en alta mar.

---

<sup>1</sup> <https://www.eurobserv-er.org/wind-energy-barometer-2020/>

Por lo que respecta a la UE (27), la nueva potencia instalada en 2019 fue de aproximadamente 10 GW (10.060,6 MW) con 167.578,3 MW de potencia acumulada hasta la fecha. La siguiente tabla presenta la situación tanto de UE 28 como de la nueva de 27.

Wind power capacity installed\* in the European Union at the end of 2019 (MW)

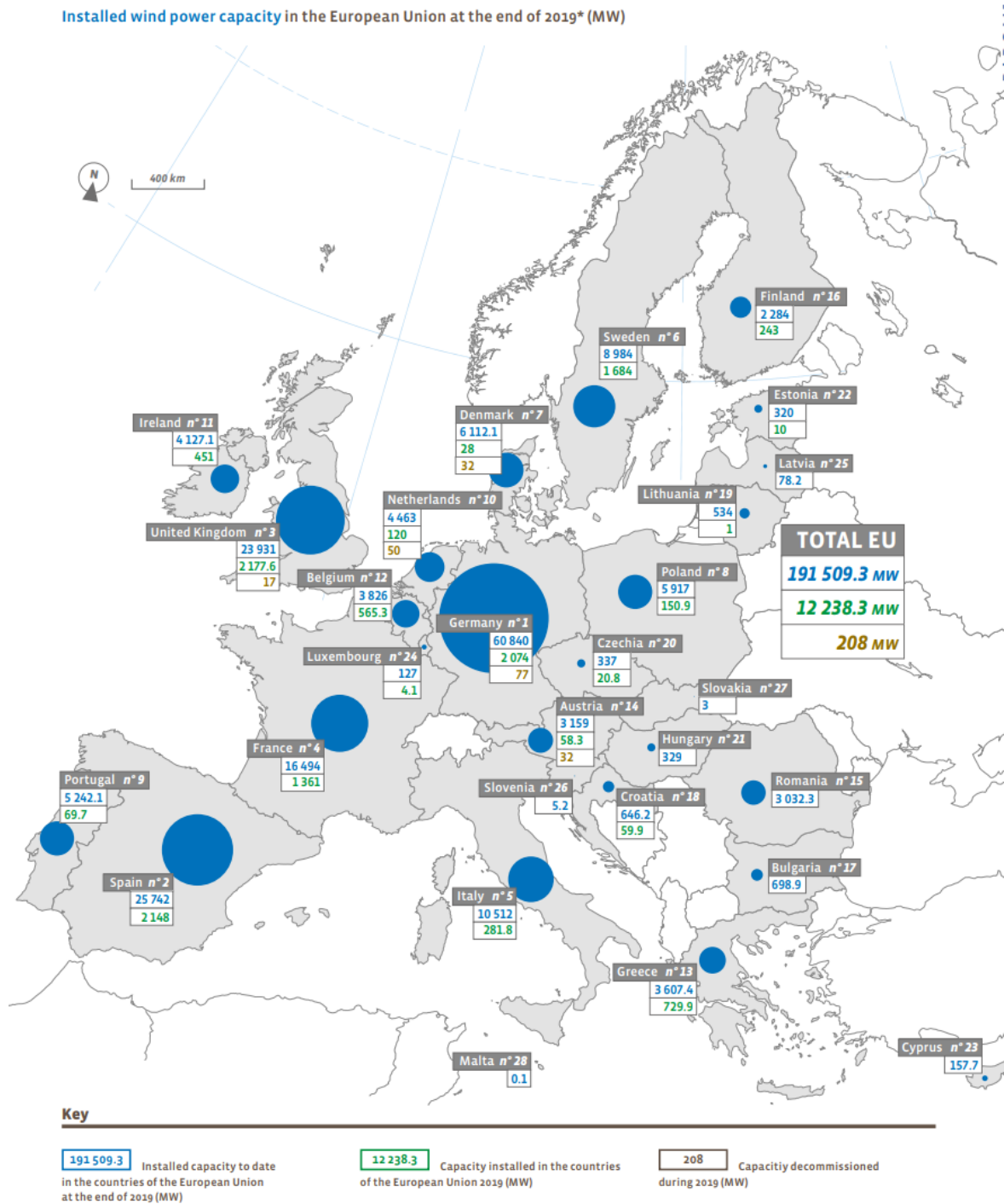
	Cumulative capacity 2018	Of which Offshore	Cumulative capacity 2019	Of which Offshore	New installations 2019	Of which Offshore
Germany	58 843.0	6 396.0	60 840.0	7 507.0	2 074.0	1 111.0
Spain	23 594.0	5.0	25 742.0	5.0	2 148.0	0.0
United Kingdom	21 770.4	8 216.5	23 931.0	9 785.0	2 177.6	1 568.5
France*	15 133.0	2.0	16 494.0	2.0	1 361.0	
Italy	10 230.2		10 512.0		281.8	
Sweden	7 300.0	203.0	8 984.0	192.5	1 684.0	
Poland	6 116.1	1 700.8	6 112.1	1 700.8	28.0	
Denmark	5 766.1		5 917		150.9	
Portugal	5 172.4	0.0	5 242.1	8.4	69.7	8.4
Netherlands	4 393.0	957.0	4 463.0	957.0	120.0	
Ireland	3 676.1	25.2	4 127.1	25.2	451.0	
Romania	3 260.7	1 185.9	3 826.0	1 548.0	565.3	362.1
Austria	2 877.5		3 607.4		729.9	
Belgium	3 132.7		3 159.0		58.3	
Greece	3 032.3		3 032.3		0.0	
Finland	2 041.0	72.7	2 284.0	72.7	243.0	
Bulgaria	698.9		698.9		0.0	
Croatia	586.3		646.2		59.9	
Lithuania	533.0		534.0		1.0	
Hungary	316.2		337.0		20.8	
Estonia	329.0		329.0		0.0	
Czechia	310.0		320.0		10.0	
Cyprus	157.7		157.7		0.0	
Luxembourg	122.9		127.0		4.1	
Latvia	78.2		78.2		0.0	
Slovenia	5.2		5.2		0.0	
Slovakia	3.0		3.0		0.0	
Malta	0.1		0.1		0.0	
<b>Total EU 28</b>	<b>179 479.0</b>	<b>18 764.1</b>	<b>191 509.3</b>	<b>21 803.6</b>	<b>12 238.3</b>	<b>3 050.0</b>
<b>Total EU 27</b>	<b>157 708.6</b>	<b>10 547.6</b>	<b>167 578.3</b>	<b>12 018.6</b>	<b>10 060.6</b>	<b>1 481.5</b>

\* Cumulative capacity in each country reflects decommissioning in 2019: Germany (77 MW), Netherlands (50 MW), Denmark (32 MW), Austria (32 MW) and United Kingdom (17 MW). Sources: EuroObserv'ER 2020

España registró excelentes resultados. La capacidad eólica aumentó en 2.148 MW, pasó de 23.594 MW en 2018 a 25.742 MW en 2019. Esto lleva a España al segundo lugar en 2019 en la clasificación de la Unión Europea por capacidad instalada de turbinas, detrás del Reino Unido pero por delante de Alemania.

Respecto a la energía eólica flotante, de acuerdo al último recuento de WindEurope, Europa ya tiene una base de casi 45 MW, incluida Escocia.

A continuación se presenta un mapa con la potencia acumulada instalada de cada país de la UE y la posición que actualmente ocupan:



## 2.2 Expectativas

Según EurObserv'ER, si se toman las mejores hipótesis de los escenarios energéticos futuros, la capacidad eólica (en tierra y en alta mar) podría aumentar a unos 300 GW en 2030 en la UE de 27 (sin el Reino Unido).

En cuanto al Reino Unido, no ha definido claramente sus objetivos eólicos para 2030. Sin embargo, EurObserv'ER considera que su capacidad podría ser de unos 50 GW (incluidos 30 GW en alta mar).

La energía eólica terrestre seguirá desempeñando un papel importante, principalmente en los países sin litoral, pero cada vez es más claro que la energía eólica marina se convertirá en el mercado insignia del sector, ya que no se ve afectada por el tamaño y la capacidad de las turbinas, ni el efecto Nimby, ofreciendo grandes mejoras en los factores de carga e incluso en la producción.

El 18 de diciembre de 2019, en Dinamarca, en el proyecto Northwester 2 (219MW), se completa la instalación de la turbina eólica de mayor capacidad instalada en alta mar (9,5 MW) del fabricante MHI-Vestas. Ese título lo tenía el mismo fabricante con la turbina V164 - 8.4 MW instalada al norte de Alemania unos meses antes.

La turbina eólica de mayor capacidad actualmente se está probando en el puerto de Rotterdam, es la Haliade - X de General Electric con 12 MW de capacidad. Tiene 260 metros de altura (la Torre Eiffel tiene 324 metros de altura) y está equipada con un rotor de 220 metros. General Electric dice que su factor de carga será del 63% (equivale a una producción anual bruta de 67 GWh).

Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) presentó en noviembre de 2019 su primer prototipo de góndola para su último modelo, el SG 193-10 MW. El lanzamiento comercial está programado para 2022-2023, cuando se instalarán en los proyectos Hollandse Kust Zuid.

GreenSpur Wind Limited, actualmente está afinando una nueva generación de generadores con una capacidad unitaria de 20 MW. Según GreenSpur, estas turbinas podrían estar listas "dentro de tres años".

### 3. Sector Fotovoltaico

#### 3.1 Situación actual

El documento Photovoltaic barometer 2020 de EurObserv'ER<sup>2</sup>, indica que la capacidad solar fotovoltaica instalada en todo el mundo en 2019 fue menor de lo esperado. Suficiente para superar el umbral de 500.000 MW en todo el mundo.

En 2019, el continuo y mayor declive del mercado chino fue compensado por un fuerte crecimiento en los otros mercados, en particular en los mercados de Estados Unidos y Europa. La UE (28) instaló 15,6 GW en 2019, lo mismo que los EE. UU.

El mercado solar alemán, el regreso al primer plano del mercado español y la creación de capacidad de los mercados holandés, belga, polaco, húngaro y griego cambiaron las reglas del juego. Según EurObserv'ER, en la UE se instalaron al menos 15,6 GW mencionados durante 2019 (8,5 GW en 2018). Si restamos la capacidad desmantelada, la base de la UE alcanzó 130,7 GW a finales de 2019.

En 2019, España volvió a arrebatar el liderazgo de la Unión Europea a Alemania para nuevas instalaciones solares fotovoltaicas. Quitando al Reino Unido, la capacidad instalada se sitúa en 15,1 GW en 2019 y la base instalada de la UE (27) en 117,1 GW a finales de 2019.

A continuación, una tabla con los datos de 2018 y 2019:

---

<sup>2</sup> <https://www.eurobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2020/>



*Installed and cumulated solar photovoltaic capacity\* in the European Union  
at the end of 2019\*\* (MW)*

	2018 cumulated	2019 cumulated	2019 installed
Germany	45 181.0	49 016.0	3 856.0
Italy	20 107.6	20 864.0	759.0
United Kingdom	13 118.3	13 616.0	497.7
France	9 617.0	10 575.9	965.6
Spain	5 239.9	9 232.8	3 992.9
Netherlands	4 522.0	6 924.0	2 402.0
Belgium	3 986.5	4 530.5	544.0
Greece	2 645.4	2 793.8	148.4
Czechia	2 075.1	2 100.0	24.9
Austria	1 437.6	1 660.6	223.0
Romania	1 385.8	1 385.8	0.0
Poland	562.0	1 317.0	755.0
Hungary	726.0	1 277.0	653.0
Denmark	995.0	1 080.0	85.0
Bulgaria	1 032.7	1 065.0	32.3
Portugal	667.4	907.0	220.0
Sweden	428.0	698.0	270.0
Slovakia	472.0	472.0	0.0
Slovenia	221.3	222.0	0.7
Finland	140.0	215.0	75.0
Malta	131.3	150.6	20.0
Luxembourg	130.6	140.6	10.0
Cyprus	118.5	128.7	10.2
Estonia	31.9	107.0	75.1
Lithuania	82.0	83.0	1.0
Croatia	67.7	69.0	1.3
Ireland	24.2	36.0	11.8
Latvia	2.0	3.0	1.0
<b>Total EU 28</b>	<b>115 148.9</b>	<b>130 670.4</b>	<b>15 634.9</b>
<b>Total EU 27</b>	<b>102 030.6</b>	<b>117 054.4</b>	<b>15 137.2</b>

*\* off-grid included \*\* Estimation Note: 21 MW decommissioned in Germany, 6.7 MW in France, 5.1 MW in the Czech Republic, 2.8 MW in Italy and 0.5 MW in Malta. Source: EurObserv'ER 2020*

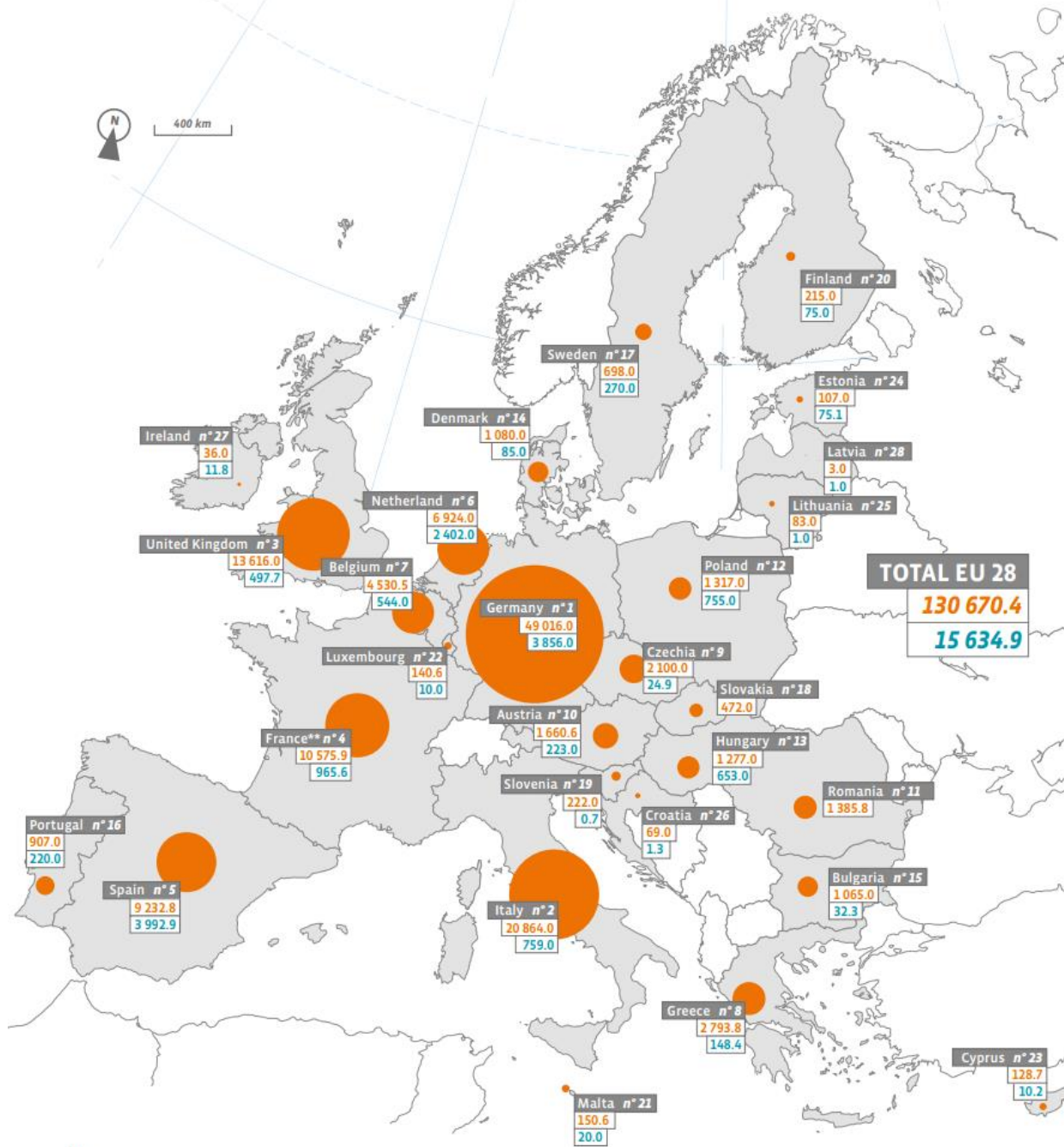
La competitividad de la generación fotovoltaica mejoró con la decisión adoptada a finales de 2018 por la Comisión Europea de levantar las barreras antidumping de los módulos chinos, lo que ha aumentado la rentabilidad de grandes proyectos. Hay que decir que la aplicación efectiva de los aranceles con anterioridad a esa fecha fue limitada, dado el criterio utilizado de precios relativos de los módulos.

Asimismo, hubo una política de subastas con resultado de precios muy bajos, gracias, entre otros factores, a la firma de Acuerdos de compra de energía (PPA) (especialmente en España) y de hecho, algunos países lograron la paridad de precios con la red. En 2019 se dio un impulso a la energía fotovoltaica distribuida y al autoconsumo.

A fines de 2019, España completó la construcción de la planta de energía solar más grande de la Unión Europea cerca de la pequeña ciudad de Usagre (Badajoz). La planta de energía Núñez de Balboa cubre 1.000 hectáreas y tiene 500 MW. Requirió 290 millones de euros de inversión (145 y 140 millones de euros del Banco Europeo de Inversiones (BEI) y el Instituto de Crédito Oficial (ICO) respectivamente. El proyecto es parte del plan de Iberdrola para instalar 2.000 megavatios adicionales de energía solar y eólica en Extremadura para 2022, de los cuales más de 1.700 MW ya están en construcción o en espera de aprobación administrativa. Hasta el momento Iberdrola ha firmado acuerdos de PPA con tres grandes empresas españolas: Kutxabank, Euskatel y Uvesco.

A continuación, se presenta un mapa con la potencia acumulada instalada de cada país de la UE y la posición que actualmente ocupan:

Photovoltaic capacity connected in the European Union in 2019\* (MW)



Key  
130 670.4 Cumulated photovoltaic capacity in the EU 28 at the end of 2019\* (MW)     
 15 634.9 Photovoltaic capacity installed in the EU 28 countries during the year 2019\* (MW)

\*Estimate. \*\*Overseas departments included for France. Source: EurObserv'ER 2020

### 3.2 Acuerdos de compra de la energía (PPAs)

Los acuerdos PPA estaban en auge antes que la crisis del COVID-19 detuviera el desarrollo del mercado europeo. En 2019 se pusieron en marcha las primeras

grandes plantas de energía solar sin remuneración adicional, caso del proyecto Nuñez de Balboa mencionado, y lo hicieron fuera de los volúmenes asignados para las subastas. Según el informe de la consultora de investigación de mercado alemana Enervis Energy Advisors: Status Quo of PV and Onshore Wind in Europe<sup>3</sup>, hay 21 GW de proyectos de energía eólica y solar en trámite en Europa. El estudio señala que España es actualmente el mercado más atractivo de Europa para proyectos fotovoltaicos de tipo PPA (4,39 GW solo en 2019). Italia y Alemania están en segundo lugar con 1,91 GW y 1,05 GW de proyectos, respectivamente. Pero la demanda de este tipo de proyectos está surgiendo en otros países como Portugal, Dinamarca, Francia, Polonia, Suecia y el Reino Unido. Todavía es demasiado pronto para evaluar el impacto de la crisis del COVID-19 en la ejecución de estos proyectos.

En España, el proyecto de Talayuela (300 MW), en la provincia de Cáceres, Extremadura, fue uno de los primeros proyectos de España que se financia sin subsidios. El proyecto está siendo desarrollado por el especialista británico en proyectos solares Solarcentury y el operador alemán Encavis.

En febrero de 2020, Iberdrola cerró un acuerdo de compra de electricidad a largo plazo con el proveedor de servicios de telecomunicaciones Orange para una planta solar de 328 MW que se construirá en los municipios de Ceclavín y Alcántara.

A principios de 2020, la compañía de servicios de energía EnBW también lanzó la construcción de una planta de energía solar de más de 180 MW sin remuneración adicional - la más grande de Alemania, en Weesow-Willmersdorf.

En febrero de 2019, EnBW y Energiekontor firmaron el primer contrato de PPA sin subsidio a largo plazo (15 años), para el proyecto solar Marlow / Dettmannsdorf de 85 MW (producción anual de 88 GWh).

### 3.3 Expectativas

Las perspectivas de crecimiento del sector se veían bien hasta que llegó lo inesperado. El COVID-19, tendrá un impacto natural en el mercado previsto para el año 2020. Los efectos se verán en los circuitos globales de producción, distribución e instalación. Ahora mismo es demasiado pronto para cuantificarlo.

El año 2020 debería haber sido un trampolín para el sector fotovoltaico solar europeo, abriendo el campo a una nueva década de crecimiento, ya que era el momento justo de aprovechar las continuas caídas en los costos de producción, una imagen pública positiva, apoyos políticos y un marco legal favorable.

---

<sup>3</sup> <https://enervis.de/Leistung/status-quo-market-parity-of-pv-and-onshore-wind-in-europe/>

A finales de 2019, SolarPower Europe presentó el documento “EU Market Outlook for Solar Power 2019-2023”<sup>4</sup>, en la presentación de este documento se indicaba que la UE (de 28) estaba en camino de agregar hasta 21 GW de capacidad adicional en 2020 y 21.9 GW en 2021. Esperando que los años record fueran 2022 y 2023 con un máximos previstos de 24.3 GW 26.8 GW respectivamente. Según el informe, el escenario medio probablemente elevaría la capacidad acumulada de la UE (28) a 226 GW para 2023. El informe presenta dos escenarios: "Escenario bajo" que limita el progreso en la misma línea de tiempo a 180.1 GW y el "Escenario alto" que eleva el tamaño del mercado anual a 276.8 GW.

El COVID-19 ha trastornado estos planes. Ahora se tendrá que lidiar con las interrupciones logísticas en la cadena de suministro que retrasarán los proyectos, las incertidumbres sobre la futura demanda de electricidad, los niveles de precios del mercado de la electricidad y con rebotes de la pandemia.

No todos los jugadores se verán afectados de la misma manera. Los grandes desarrolladores, estarán en una mejor posición para gestionar retrasos en la construcción y costos adicionales. Los pequeños desarrolladores que tienen menos liquidez y las empresas solares más pequeñas necesitarán muy probablemente la respuesta de los poderes públicos para superar esta crisis. Podría haber una importante reducción en el segmento del autoconsumo.

#### **4. Empleos en general de las Energías Renovables - España**

Existen varios documentos que cuantifican los empleos de todas las energías renovables y se tienen cifras dispares en todos ellos para los mismos años.

La Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA), publicó en octubre del año 2019 el informe “Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España – 2018”<sup>5</sup>. En este documento se cuantifican en 81.294 empleos (directos e indirectos) en todo el sector de las EERR en España. De los cuales 22.160 son en el sector eólico y 13.274 en el fotovoltaico:

---

<sup>4</sup> <https://www.solarpowereurope.org/eu-market-outlook-for-solar-power-2019-2023/>

<sup>5</sup> [https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio\\_del\\_impacto\\_Macroeconomico\\_de\\_las\\_energias\\_renovables\\_en\\_Espa%C3%B1a\\_2018\\_vff.pdf](https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio_del_impacto_Macroeconomico_de_las_energias_renovables_en_Espa%C3%B1a_2018_vff.pdf)

## Desglose del empleo del Sector de las Energías Renovables por tecnologías

Fuente: APPA Renovables

Empleos	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Biocarburantes	3.797	2.909	3.364	4.259	4.516	4.059	4.325	4.483
Biomasa	47.101	48.586	50.031	36.454	36.309	33.419	32.833	32.326
Eólica	27.119	23.308	17.850	16.753	17.118	17.653	20.199	22.160
Geotermia Alta Entalpía	212	208	208	202	197	193	190	193
Geotermia Baja Entalpía	569	547	623	706	749	768	747	760
Marina	153	166	302	301	307	324	332	343
Minieólica	847	829	285	297	306	321	299	302
Minihidráulica	1.528	1.497	1.502	1.461	1.432	1.309	1.299	1.352
Solar Fotovoltaica	11.683	11.490	10.767	9.944	10.210	10.392	12.308	13.274
Solar Térmica	984	990	997	1.094	1.043	912	867	875
Solar Termoeléctrica	33.555	27.582	14.224	5.404	5.140	5.216	5.269	5.226
<b>empleo total</b>	<b>127.548</b>	<b>118.112</b>	<b>100.153</b>	<b>76.875</b>	<b>77.327</b>	<b>74.566</b>	<b>78.667</b>	<b>81.294</b>

El desglose de los empleos directos e indirectos de acuerdo a APPA fue el siguiente:

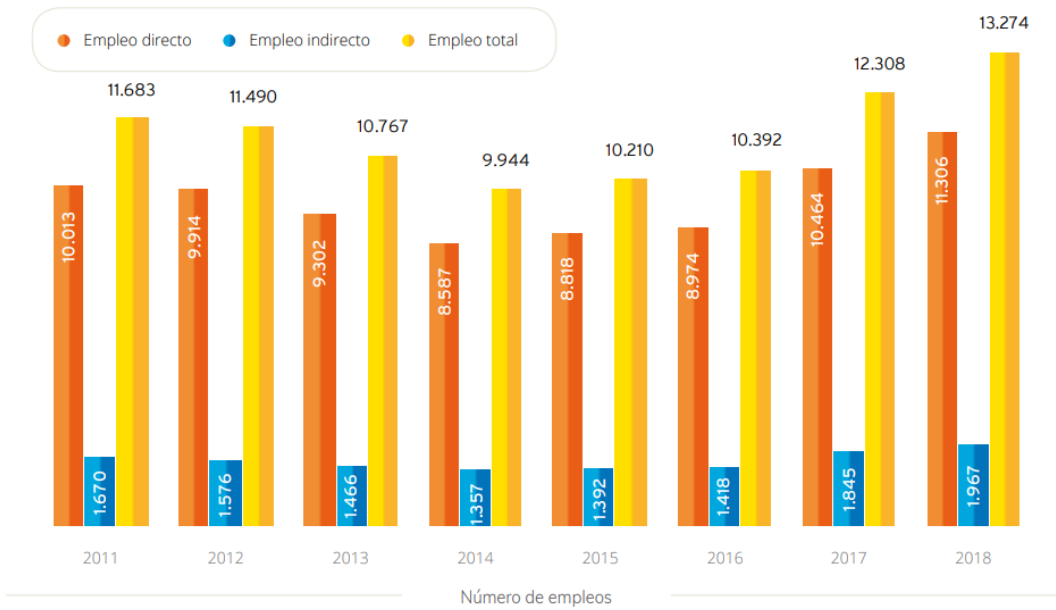
### Empleo directo e indirecto del Sector Eólico

Fuente: APPA Renovables

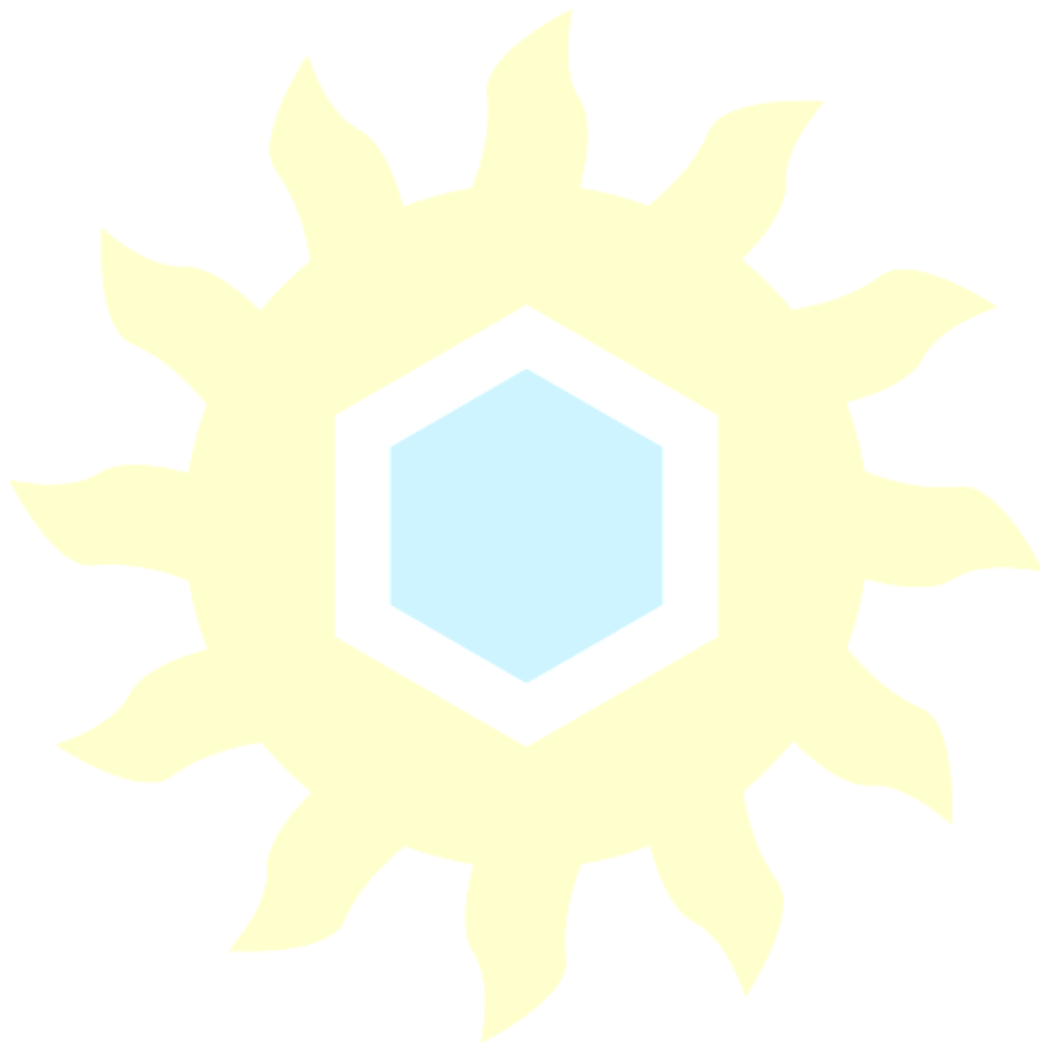


### Empleo directo e indirecto del Sector de la Solar Fotovoltaica

Fuente: APPA Renovables



En febrero de 2019, se publicó el documento THE STATE OF RENEWABLE ENERGIES IN EUROPE - EDITION 2018 - 18th EurObserv'ER Report<sup>6</sup>, en este informe se cuantifica el empleo en las EERR de España en 168.800 (112.200 empleos sin bomba de calor) en el año 2017 y la posiciona en segundo lugar. Para **ese mismo año APPA lo calculó en 78.667 empleos**, con una diferencia de 35.000 empleos si se compara con las cifras anteriores sin bomba de calor:



---

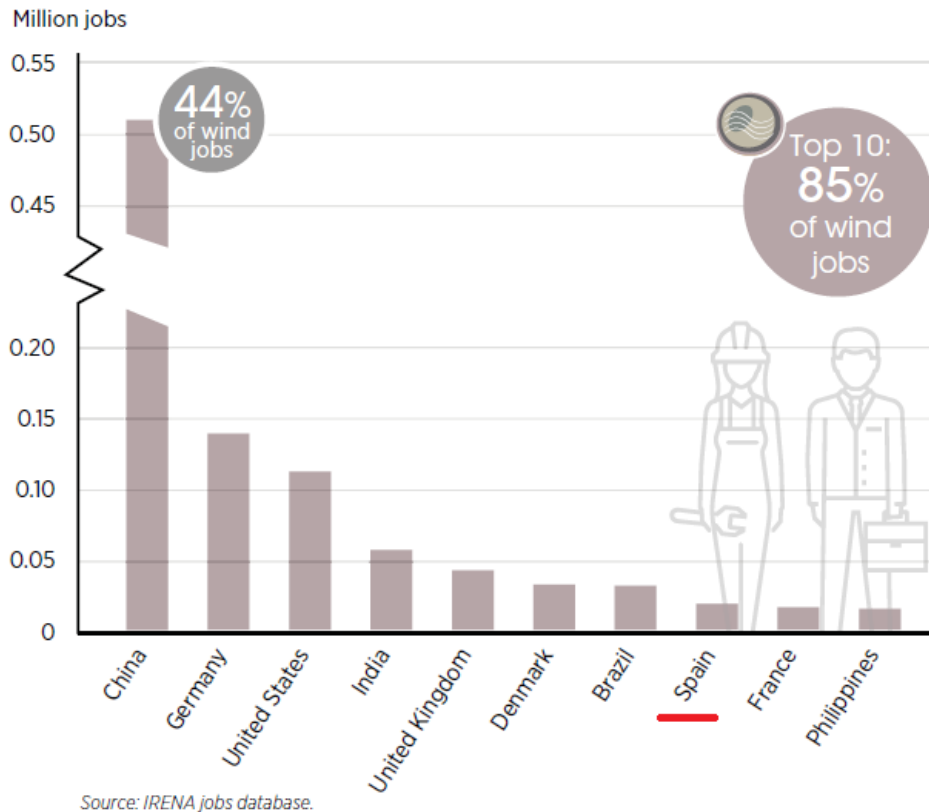
<sup>6</sup> <https://www.eurobserv-er.org/category/2018/>



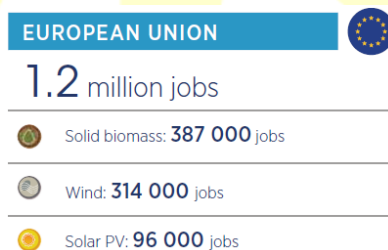
	Country total	Biomass	Wind	Biofuels	Heat pumps	PV	Biogas	Hydro	Waste	Solar thermal	Geothermal
Germany	290 700	44 900	140 800	15 500	9 300	29 300	35 000	4 600	6 300	4 500	500
Spain	168 800	20 800	37 200	26 600	56 600	5 500	1 600	11 200	1 100	8 100	<100
France	140 700	33 900	18 500	24 400	36 200	9 300	2 400	9 900	2 600	1 000	2 500
United Kingdom	131 400	15 000	69 900	10 100	1 700	12 900	8 400	2 300	10 800	200	<100
Italy	129 900	35 800	7 500	9 000	41 300	11 200	8 100	10 800	2 500	600	3 100
Poland	73 900	25 900	8 000	31 400	3 000	1 100	2 300	1 100	700	300	100
Romania	53 000	11 400	2 100	34 300	200	900	300	3 400	100	<100	200
Denmark	50 200	10 500	34 200	700	1 500	1 100	700	<100	600	200	600
Sweden	43 100	20 700	2 700	8 300	5 100	500	100	4 700	800	<100	<100
Finland	40 300	26 800	4 100	1600	4 700	700	600	1 200	400	<100	<100
Hungary	36 000	13 300	800	18 200	400	1 300	600	100	400	200	700
Portugal	33 100	8 000	3 100	400	13 800	1 500	700	4 200	500	500	400
Czechia	32 500	12 300	900	8 400	2 600	1 300	4 500	1 500	700	200	<100
Netherlands	28 700	4 800	5 800	2800	6 800	6 000	700	<100	1 500	100	100
Latvia	27 200	20 700	<100	4000	<100	<100	900	1 000	<100	<100	<100
Greece	25 200	2 600	3 100	11 500	1 200	1 300	1 300	2 000	100	2 000	<100
Austria	23 500	8 700	2 000	2000	1 300	1 600	400	4 600	1 600	1 200	<100
Bulgaria	22 700	8 700	500	7700	700	600	600	2 300	<100	1 300	200
Croatia	20 300	14 400	1 100	2000	<100	100	800	1 400	<100	200	100
Belgium	17 800	2 000	5 500	1500	1 400	3 000	500	400	3 200	100	200
Slovakia	15 900	9 000	<100	3800	200	200	500	1 200	100	100	700
Estonia	12 200	8 000	1 200	700	1 700	100	100	<100	<100	<100	<100
Lithuania	10 700	3 600	500	4 500	300	100	700	700	100	<100	100
Ireland	9 700	1 200	6 500	200	300	<100	200	300	700	100	<100
Slovenia	4 300	1 500	<100	500	900	100	100	800	<100	100	100
Cyprus	1 500	<100	200	100	<100	500	100	<100	<100	100	<100
Luxembourg	1 400	100	100	<100	<100	100	100	500	100	<100	<100
Malta	1 200	<100	<100	<100	<100	300	<100	<100	<100	100	<100
<b>Total EU 28</b>	<b>1 445 900</b>	<b>364 800</b>	<b>356 700</b>	<b>230 400</b>	<b>191 700</b>	<b>90 800</b>	<b>72 400</b>	<b>70 700</b>	<b>35 600</b>	<b>21 900</b>	<b>10 900</b>

Source: EurObserv'ER 2018

Por otra parte, el informe Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019<sup>7</sup> de International Renewable Energy Agency (IRENA), indica que Alemania, España, Francia, el Reino Unido e Italia, encabezan la clasificación laboral en la mayoría de los sectores de energía renovable, destacando en el sector eólico:



Los datos de empleo de IRENA son similares a los de EurObserv'ER, pero no ofrece datos específicos para España. Aunque indica que sus estimaciones son mucho más altas a las publicadas por APPA.



Ya que las cifras entre los informes no son congruentes, se consultan las cifras que aportan tanto la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) como la Asociación empresarial eólica (AEE) en los recientes años.

<sup>7</sup> <https://www.irena.org/publications/2019/Jun/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2019>

## Sector FV

En el informe anual “2017: el inicio de una nueva era para el sector fotovoltaico”<sup>8</sup>, publicado en septiembre de 2018, UNEF estima en 19.057 los empleos (bajo la curiosa denominación de huella de empleo) ligados directa e indirecta o inducidamente al sector fotovoltaico español. Este dato es superior a lo reportado por APPA, EurObserv’ER e IRENA para ese año.

**Huella de empleo del sector fotovoltaico por actividad, 2017. Personas**

		Producción y distribución	Ingenierías e instaladores	Fabricantes	Mixto	Total
Huella directa	España	2.415	1.590	947	1.150	6.102
Huella directa	España	2.415	1.590	947	1.150	6.102
Huella indirecta	España	6.115	1.902	713	755	9.485
	Resto del mundo	7.714	4.570	4.005	1.688	17.978
Huella inducida	España	1.164	683	583	1.039	3.469
	Resto del mundo	639	375	320	570	1.905
Huella total doméstica		9.694	4.175	2.244	2.944	19.057

En agosto de 2019, UNEF publicó el “Informe Anual 2019 - El sector fotovoltaico impulsor de la transición energética”<sup>9</sup>, destaca que el empleo ascendió a 29.306 trabajadores nacionales ligados al sector fotovoltaico en 2018, de los cuales 7.549 fueron directos, 13.393 indirectos y 8.365 inducidos, respectivamente. Es decir, 10.269 nuevos empleos en un año que se instalaron 262 MW de potencia FV.

**Huella de empleo del sector fotovoltaico por actividad, 2018. Personas**

		Producción y distribución	Ingenierías e instaladores	Fabricantes	Mixto	Total
Huella directa	España	2.983	2.260	1.454	852	7.549
Huella indirecta	España	5.875	3.510	2.490	5.276	17.150
	Resto del mundo	6.263	4.437	2.522	5.825	19.047
Huella inducida	España	2.611	2.383	1.476	1.892	8.365
	Resto del mundo	1.474	1.347	834	1.068	4.723
Huella total doméstica		11.468	6.958	4.233	6.647	29.306

En abril de 2020, UNEF publicó “Aportación del Sector Fotovoltaico a la reactivación económica tras la crisis del COVID-19”<sup>10</sup>, en este trabajo estiman que el año 2019 se generaron 20 mil empleos directos e indirectos, adicionales a los que se tenían en 2018., es decir, alrededor de 60.000 personas.

<sup>8</sup> [https://unef.es/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2018/09/memo\\_unef\\_2017.pdf](https://unef.es/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/09/memo_unef_2017.pdf)

<sup>9</sup> [https://unef.es/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2019/09/memoria\\_unef\\_2019-web.pdf](https://unef.es/wp-content/uploads/dlm_uploads/2019/09/memoria_unef_2019-web.pdf)

<sup>10</sup> <https://unef.es/downloads/aportacion-del-sector-fotovoltaico-a-la-reactivacion-economica-tras-la-criisis-del-covid-19/>

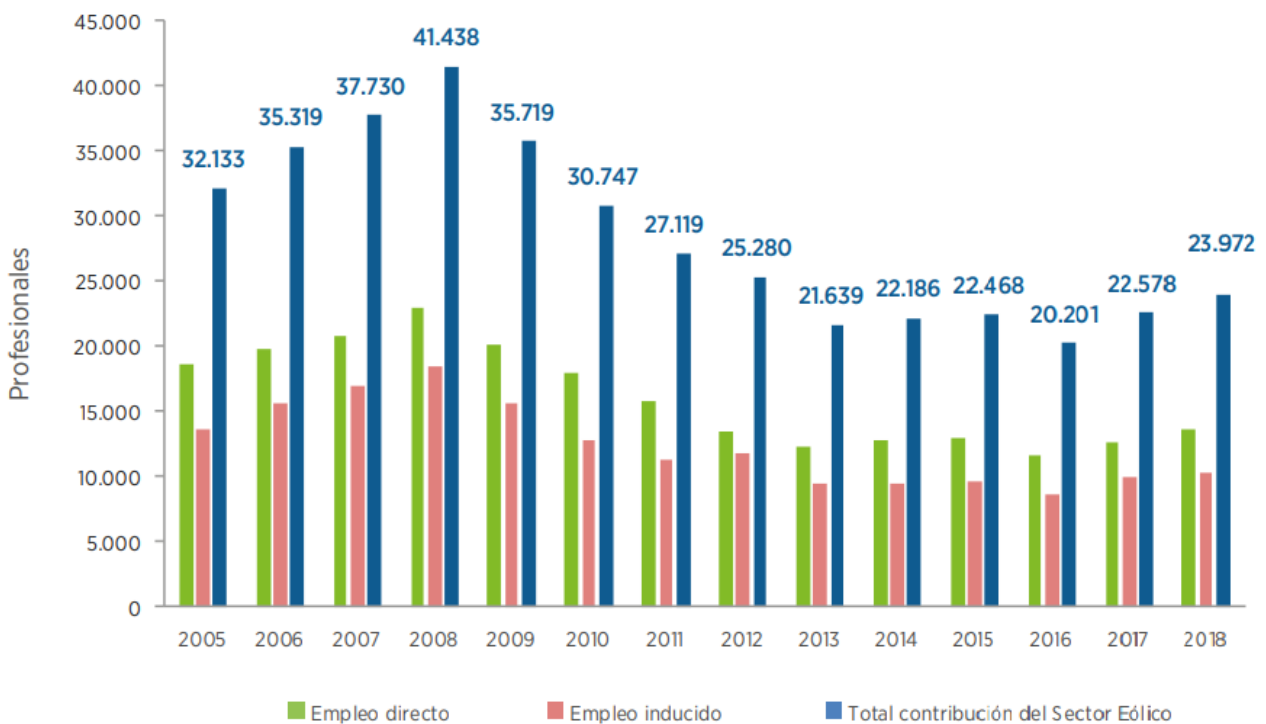
Este dato no es exacto, ya que en el año 2018 definían 29.306 empleos y si se suman los 20.000 nuevos empleos que indican que se generaron en el año 2019; la cifra resultante es de 49.306 empleos.

## Sector Eólico

Para el sector eólico, el Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España – 2018<sup>11</sup>, de la Asociación Empresarial Eólica (AEE) que elaboró en conjunto con la consultora Deloitte y que fue presentado en noviembre de 2019, destaca que el año 2018 supuso la vuelta a la actividad intensa del Sector Eólico, y fue un año de fuerte actividad e incremento de la contribución a la actividad económica del país, con un incremento del 5,8% en su contribución al PIB y un 6,1% en empleo. Y también indica que los años 2019-2020 serán años de fuerte actividad e incremento de la contribución a la actividad económica del país y del empleo, propiciada por la entrada de nuevos actores en el Sector Eólico.

De acuerdo a este estudio, en 2018, el sector empleaba, directamente o de forma inducida, a 23.972 personas:

### EVOLUCIÓN DEL EMPLEO DIRECTO E INDIRECTO DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA



<sup>11</sup> [https://www.aeeolica.org/images/Publicaciones/AEE\\_Estudio\\_Macroeconomico-2018.pdf](https://www.aeeolica.org/images/Publicaciones/AEE_Estudio_Macroeconomico-2018.pdf)

De lo anterior, se puede concluir que en el sector eólico las cifras de empleo de las asociaciones nacionales (APPA y AEE) no presentan grandes diferencias entre ellas ni tampoco respecto a los informes de las asociaciones internacionales.

En el sector fotovoltaico, las cifras de empleo son muy dispares entre todas las asociaciones; incluso en años que todos presentaron cifras específicas. En algunos casos se observan incrementos sustanciales del empleo generado entre año y año, cuando la nueva potencia instalada no fue sustancial.

## 5. Empleos en la cadena de valor del O&M en el sector eólico – España

En el Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España – 2018 de la AEE, se define la cadena de valor del sector eólico de la siguiente forma:

### CADENA DE VALOR DEL SECTOR EÓLICO



Como ya se mencionó anteriormente, la estimación de generación de empleo en toda la cadena de valor es de 23.972 personas.

Analizando solo el eslabón de la Operación y Mantenimiento, se tiene una subcadena de valor que engloba las actividades y tareas que se desarrollan a lo largo de la vida útil de un parque eólico. El estudio contempla las siguientes tareas.

**Operación y mantenimiento:** La operación consiste en la monitorización de la generación eléctrica del parque, y la vigilancia del correcto funcionamiento del mismo, así como el cumplimiento de la legislación vigente y los procesos de venta de energía a la red. El mantenimiento incluye actividades correctivas, preventivas y predictivas.

La siguiente tabla muestra la desagregación de empleo necesario para operar y mantener un parque eólico de 50 MW, expresado en días-hombre al año. Se supone una vida útil de 20-25 años para el parque.

## EMPLEO GENERADO POR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PARQUE DE 50 MW (POR AÑO)

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. NÚMERO DE DÍAS-HOMBRE NECESARIOS PARA UN PARQUE DE 50 MW			
Cualificación de los recursos humanos	Operación	Mantenimiento	Total
Operadores	1.100	0	1.100
Ingenieros de telecomunicaciones	220	150	370
Ingenieros industriales	125	225	350
Trabajadores de la construcción y personal técnico	0	370	370
Expertos en seguridad y salud	0	150	150
Personal administrativo y de contabilidad	125	0	125
Abogados y expertos en regulación de energía	80	0	80
Expertos medioambientales	80	0	80
Directivos	40	0	40
<b>Total</b>	<b>1.770</b>	<b>895</b>	<b>2.665</b>

El informe indica que las empresas españolas de la cadena de valor de la energía eólica constituyen un tejido empresarial dinámico y líder mundial en innovación y en la tecnología, con la generación de empleo muy especializado y bien remunerado. Muchas de estas empresas desarrollan con éxito su actividad en el extranjero, donde cuentan con una alta reputación. Es difícil encontrar en la historia económica de España una experiencia industrial tan exitosa y relevante. Se requiere personal muy especializado en la operación de parques eólicos durante la fase de Operación y Mantenimiento.

Se requiere personal muy especializado. Durante la fase de Operación y Mantenimiento. Del total de casi 2.700 días-hombre necesarios para esta fase más de 1.000 son operadores del parque.

### 5.1 Empleos necesarios para mantener la infraestructura eólica instalada en España

Se considera como base de cálculo los datos de días-hombre necesarios para realizar las tareas de O&M en un parque de 50 MW.

Así mismo, se suponen 45 semanas laborales al año (descontando vacaciones y festivos) y 5 días por semana.

Partiendo que se estiman 2.665 días-hombre para un parque de 50 MW, la cifra anual sería:

$$2.665 / 45 / 5 = 11,84 \text{ personas año.}$$

La potencia acumulada instalada en 2019 fue de 25.704 MW.

Por tanto, el empleo destinado para O&M en España para el sector eólico sería

$$(25.704/50) * 11,84 = \mathbf{6.088 \text{ empleos dedicados a O\&M eólico}}$$

## 6. Empleos en la cadena de valor del O&M en el sector Fotovoltaico – España

El informe Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2019 de IRENA, señala que un estudio (EY, 2017) concluyó que una mayor ambición (aumento el objetivo de energía renovable de la UE del 27% al 35%) y un apoyo político adecuado podría elevar el empleo FV a 175 000 empleos para 2021. La mayor parte del empleo adicional sería en instalaciones y operaciones y mantenimiento, que requieren más mano de obra que la fabricación.

Dicho informe, indica que Solar Power Europe prevé una participación solar del 20% en el uso de electricidad; acelerar el despliegue a escala de servicios públicos e instalar al menos 30 millones de techos solares para 2030. La asociación calcula que dicha política podría triplicar el empleo solar europeo a 300.000 empleos (SolarPower Europe, 2019).

En el año 2018, the International Renewable Energy Agency (IRENA) publicó el documento “Renewable energy benefits leveraging local capacity for solar pv”<sup>12</sup>.

Este es el documento más completo que analiza los tipos de empleos y el número de actividades en cada una de las fases de la cadena de valor de un proyecto solar FV. Y es usado por otras asociaciones para sus estimaciones.

En este estudio definen la cadena de valor de la siguiente forma:

---

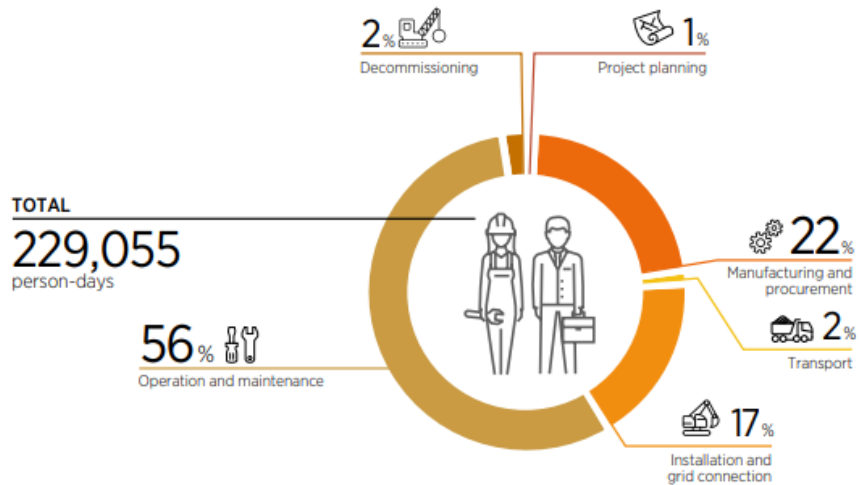
<sup>12</sup> [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Jun/IRENA\\_Leveraging\\_for\\_Solar\\_PV\\_2017.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Jun/IRENA_Leveraging_for_Solar_PV_2017.pdf)

■ Solar PV value chain



El estudio estima un total de 229.055 días-persona necesarios para desarrollar, operar y mantener una planta solar fotovoltaica de 50 megavatios (MW). Indica que las personas que trabajan en O&M son necesarias durante toda la vida del proyecto y, por lo tanto, representan la mayor parte de los requisitos de mano de obra (56 % del total). La fabricación de equipos (22 %) y la instalación y conexión a la red (17 %):

■ Distribution of human resources required along the value chain for the development of a 50 MW solar PV plant, by activity




IRENA estima en su estudio un promedio de 13,560 días por persona por cada año de vida útil de la instalación para la operación y mantenimiento de una planta de 50 MW.

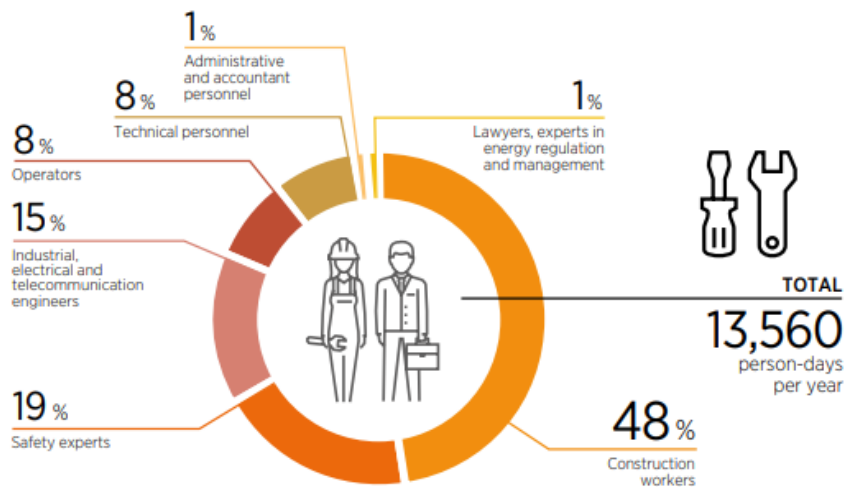
Del total de los 13,560 días por persona, cerca del 86% lo consideran para tareas de mantenimiento (entre 9,950 y 13,300 días-persona por año) y el 14% para actividades de mano de obra necesaria para las operaciones (más de 1,900 días-persona por año):



Human resources required to operate and maintain a 50 MW solar PV plant (person-days per year)

 TYPE OF HUMAN RESOURCES	Operation	Maintenance	Total by occupation
Construction workers	-	5,313-7,650	<b>5,313-7,650</b>
Safety experts	-	2,253-2,975	<b>2,253-2,975</b>
Industrial, electrical and telecommunication engineers	486	1,488	<b>1,974</b>
Operators	1,100	-	<b>1,100</b>
Technical personnel	-	893-1,190	<b>893-1,190</b>
Administrative and accountant personnel	179	-	<b>179</b>
Lawyers, experts in energy regulation	114	-	<b>114</b>
Management	57	-	<b>57</b>
<b>Total (as %)</b>	<b>1,770 (-14%)</b>	<b>9,946-13,302 (-86%)</b>	<b>11,882 - 15,239 (13,560 average)</b>

Distribution of human resources required to operate and maintain a 50 MW solar PV plant, by occupation



## 6.1 Empleos necesarios para mantener la infraestructura FV instalada en España

Considerando la parte baja del rango de mantenimiento, es decir 9.946 personas día por año (50 MW) y estimando 45 semanas al año y 5 días hábiles por semana (quitando vacaciones y festivos), el personal necesario para la O&M de una planta solar FV de 50 MW sería de:

$$9.946 / 45 / 5 = 44,2 \text{ personas al año.}$$

Este número podría parecer muy alto; pero hay que tener en cuenta que en España, la gran mayoría de las plantas FV instaladas hasta 2018 tenían otras características:

- Instalaciones de potencia inferior a 10 MW (en promedio 2 MW)
- Inversores FV de 100 kW
- Amplia dispersión geográfica
- Cercanas a 10 años de antigüedad
- Un porcentaje importante con seguidores solares

Todo ello incrementa el personal necesario para cubrir desplazamientos, averías en sistemas de seguridad, telecomunicaciones, obra civil, reparaciones, inspecciones, etc.

Por tanto, normalizando el dato anterior a instalaciones de tamaño de 2 MW se tendría un ratio de 1,77 personas al año. Lo cual por experiencia de los asociados de **AEMER** es congruente.

El estudio de IRENA se publicó en el año 2018, por tanto no consideró las subastas y en ese momento no había instalaciones > 50 MW.

Para el cálculo de empleos se usará el ratio de 1,77 personas (2 MW) para la potencia acumulada instalada hasta 2018 y para la nueva potencia instalada en 2019 -2020, se considera un ratio de 5,5 personas por plantas de 50 MW.

Potencia acumulada instalada 2018: 5.240 MW

Potencia instalada en 2019: 3.993 MW

Empleos en mantenimiento de plantas instaladas hasta 2018

$$(5.240 / 2) * 1,77 = 4.637 \text{ personas al año}$$

Empleos mantenimiento de plantas instaladas en 2019

$$(3.993 / 50) * 5,5 = 439 \text{ personas al año}$$

**TOTAL = 5.076 empleos dedicados a O&M FV**

## 7. Conclusiones

Se evidencia que Europa es clave en el desarrollo y crecimiento de las tecnologías eólica y fotovoltaica, asimismo que España ha empezado a recuperar su papel predominante a nivel europeo y mundial. El año 2019 ha sido clave en ello. Se comprueba la gran flexibilidad de las cadenas de valor dentro del mercado español, en especial el de la Operación & Mantenimiento; así como su gran capacidad de adaptarse tanto a crecimientos exponenciales, como a situaciones adversas; todo ello en un corto plazo, con gran esfuerzo empresarial y escenarios comerciales adversos.

Referente a las expectativas eran muy prometedoras y ambiciosas al inicio del 2020, pero lamentablemente pueden verse afectadas por el COVID-19. Aún es temprano para conocer las repercusiones en las cadenas de valor.

Se hace patente la importancia del eslabón del mantenimiento dentro de las cadenas de valor. A este sector muchas veces se le exige gran elasticidad operativa, se le recortan los plazos de los contratos y periódicamente se ajustan a la baja las condiciones comerciales. A pesar de estar al final de la cadena; el O&M está presente en > 90% de la vida útil de las instalaciones e incluso participa en las fases de renovación de componentes (*revamping*), repotenciaciones (*repowering*) y en el desmantelamiento. El mantenimiento, es un sector vital para el cumplimiento de los retornos previstos de las inversiones y hacer cumplir los altos índices de desempeño definidos al inicio de los proyectos.

En lo referente al empleo, aunque hay cifras discordantes en lo que se refiere al número total en toda la cadena de valor del sector FV; todas las asociaciones resaltan la importancia del sector de O&M y su crecimiento futuro. En ese rubro, la Asociación de Empresas de Mantenimiento de Energías Renovables (**AEMER**), tiene la capacidad de definir con claridad los empleos que el sector cuida y resguarda día a día.

Hay muchos más empleos ligados al sector de la operación y mantenimiento, pero los empleos que al día de hoy son indispensables para mantener la infraestructura renovable eólica y fotovoltaica ascienden a **11.164 empleos**.

Las otras partes de la cadena de valor pueden contraerse por ralentización de nuevos proyectos, variaciones del mercado eléctrico, etc., pero los empleos del sector del O&M siempre se requerirán para mantener cada una de las instalaciones en funcionamiento, sin olvidar que todas esas instalaciones demandan una atención técnica especializada para garantizar la producción eléctrica renovable de forma segura y eficiente.

## Acerca de AEMER

**AEMER** es la Asociación de Empresas de Mantenimiento de Energía Renovable que se consolida como un punto de encuentro de expertos vinculados a los servicios de O&M, con la misión de impulsar el debate, desarrollar estándares, homogenizar procesos - prácticas y ofrecer alternativas de crecimiento ante los nuevos desafíos. Cada día trabaja para posicionarse dentro del sector renovable como referente a nivel técnico y fomentar la calidad en toda la cadena de valor de los servicios de mantenimiento.

**AEMER** tiene entre sus principales objetivos elaborar documentos, guías sobre procedimientos de diagnóstico y buenas prácticas, fomentar el intercambio de experiencias e información entre sus socios y los agentes del sector en general a través de diferentes seminarios y jornadas técnicas. Actualmente AEMER cuenta con más de 30 asociados en un contexto de creciente importancia de la actividad de mantenimiento.

Para más información contacte:

Nacho Hernández - [info@aemer.org](mailto:info@aemer.org) +34 687 725 011

Alejandro Guillén Olague – [aguillen@aemer.org](mailto:aguillen@aemer.org) +34 671 604 132