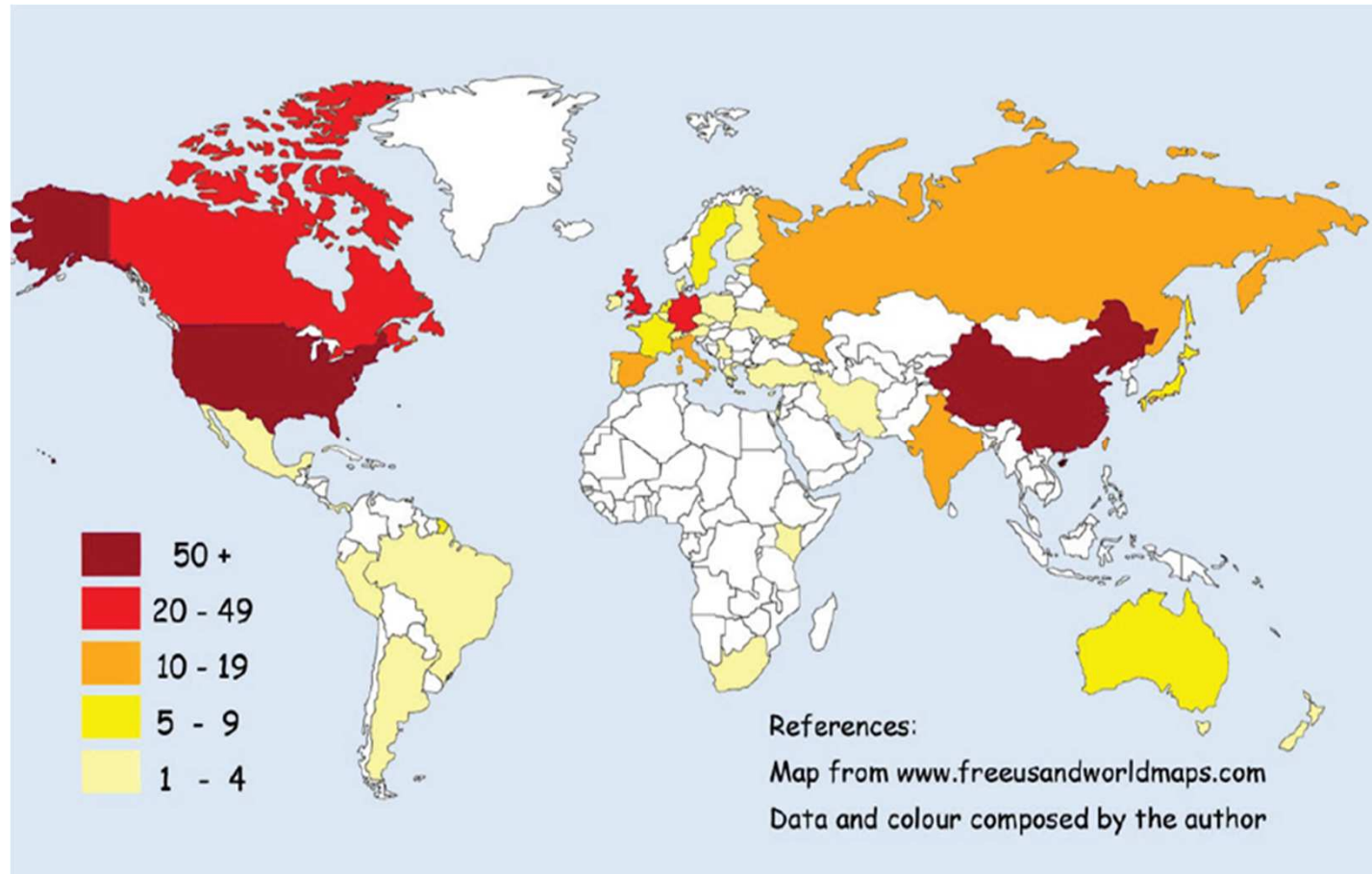




# EL MERCADO DE LOS AEROGENERADORES DE PEQUEÑA POTENCIA EN ESPAÑA

L. Arribas de Paz  
C. García Barquero  
I. Cruz Cruz  
F. Avia Aranda

# Distribución geográfica de empresas relacionadas con minieólica a nivel mundial (Año 2014)



“2014 Small Wind World Report Update”, WWEA, 2014

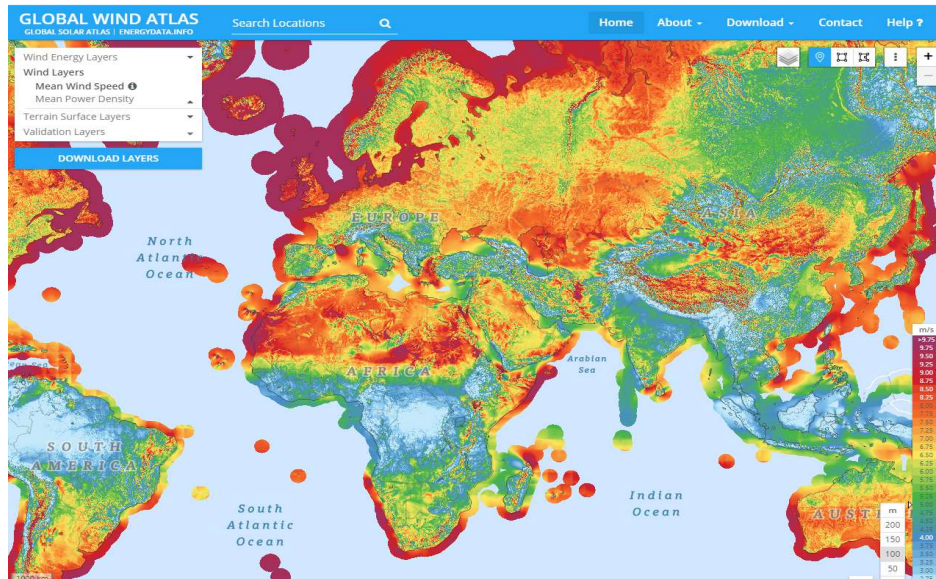
# El recurso eólico (1/3)

- En los últimos años se han elaborado tres mapas eólicos para todo el territorio estatal susceptibles de ser usados en aplicaciones minieólicas:
  - Mapa eólico del IDAE
  - Mapa eólico del CENER
  - Mapa eólico proyecto PSE-Minieólica.

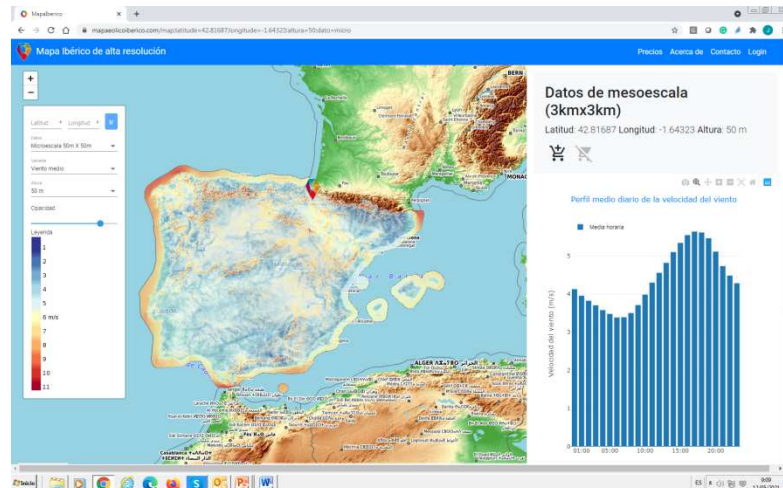


# El recurso eólico (2/3)

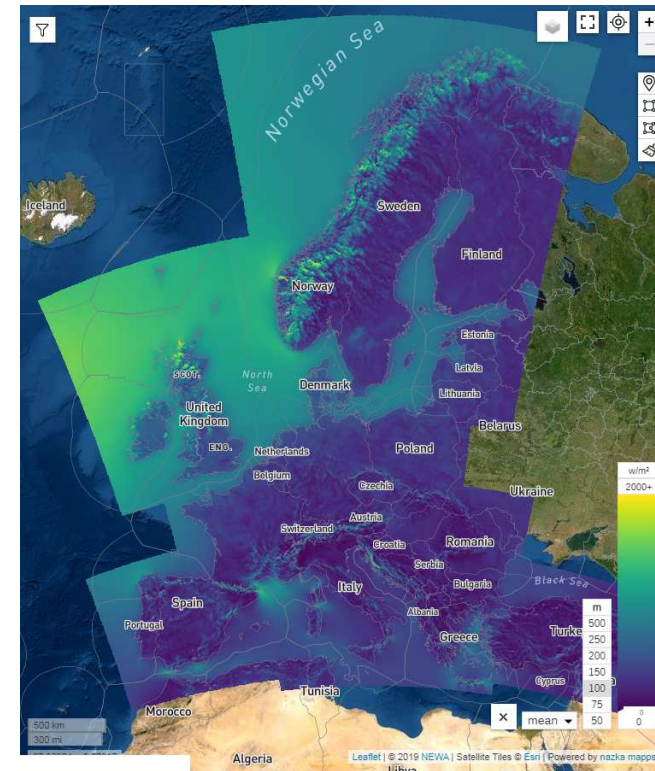
## ATLAS EÓLICO GLOBAL



<https://globalwindatlas.info/>



## (NUEVO) ATLAS EÓLICO EUROPEO (NEWA)



<https://map.neweuropeanwindatlas.eu/>

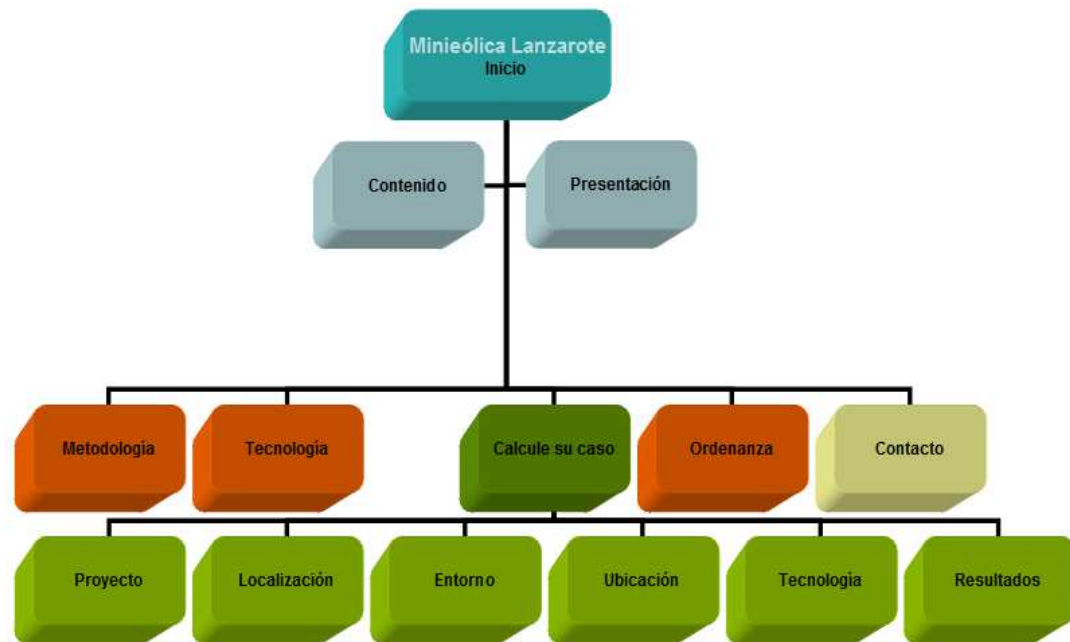
Mapa eólico Ibérico (Operado por CENER)

[www.mapaeolicoiberico.com](http://www.mapaeolicoiberico.com)

# El recurso eólico (3/3)

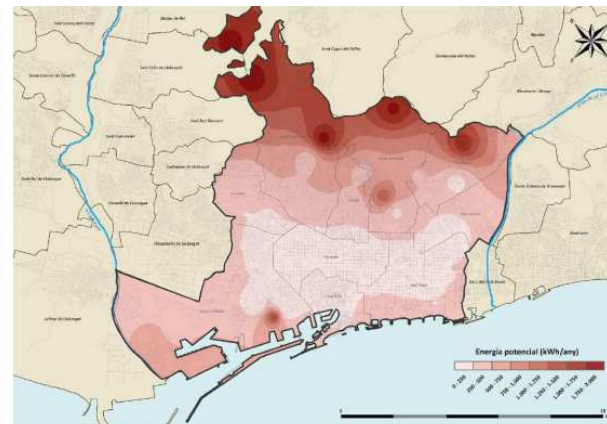
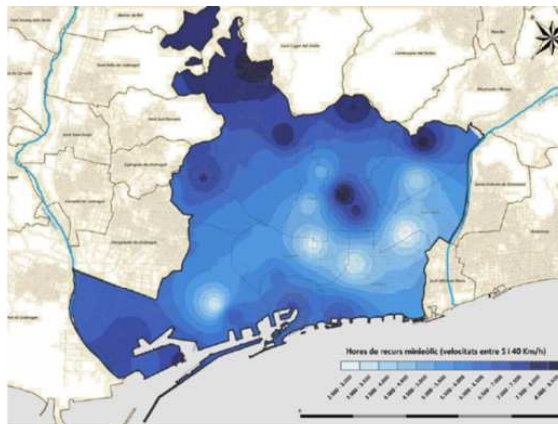
MAPA EOLICO DE ISLAS

LANZAROTE



MAPA EOLICO DE CIUDADES

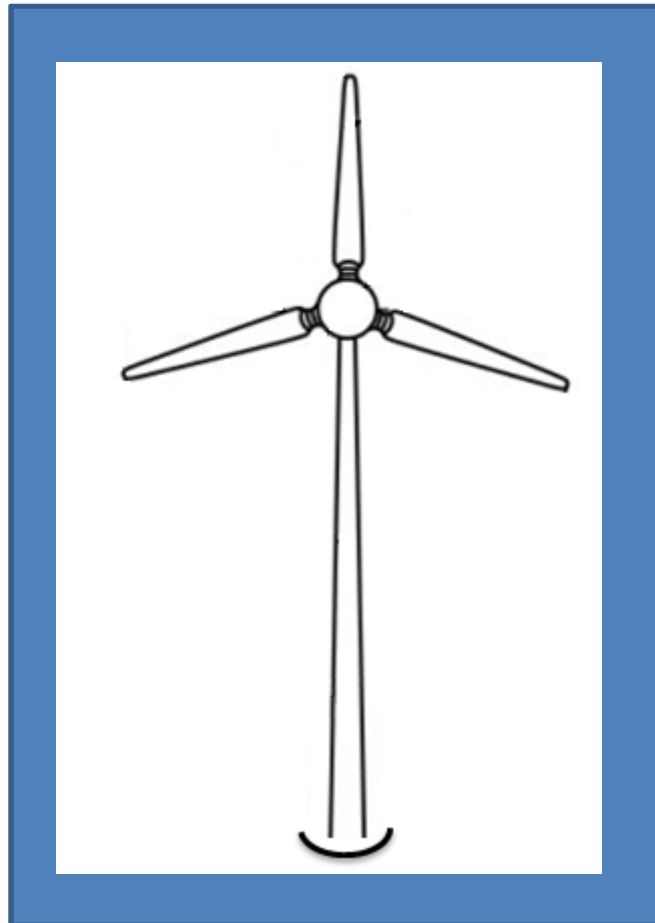
BACELONA



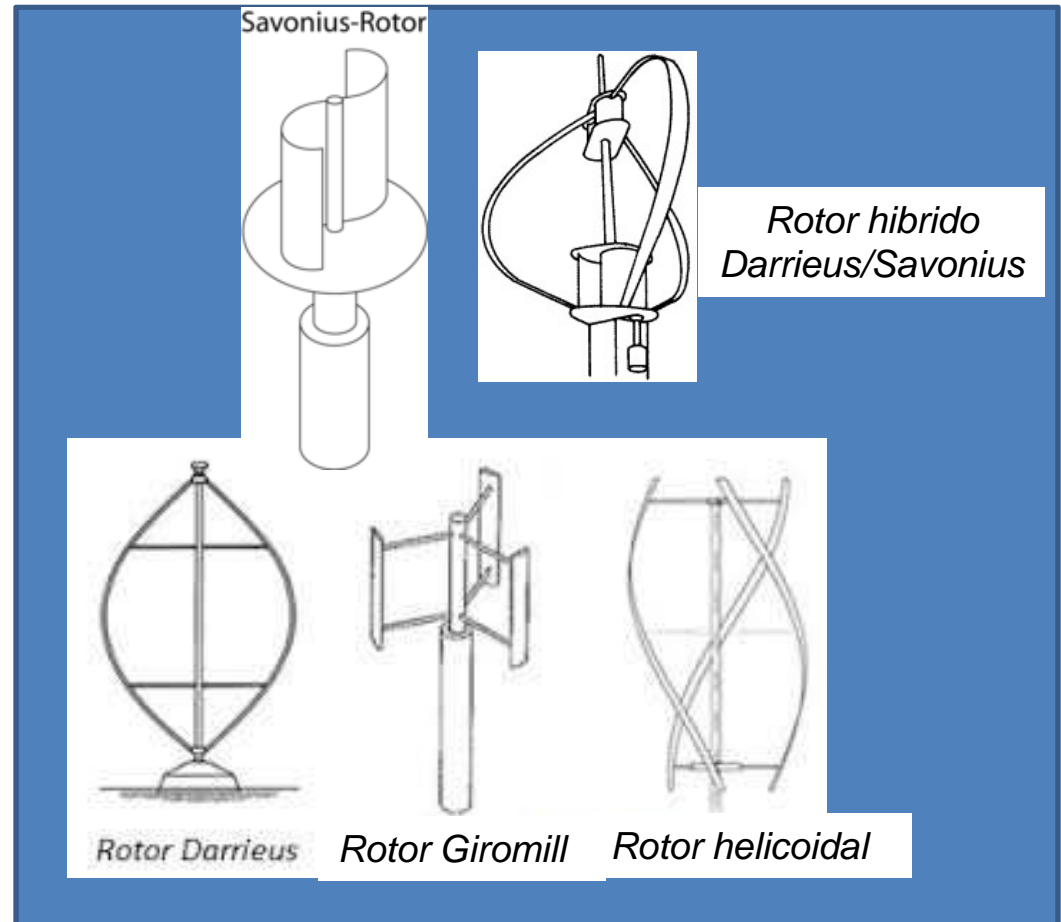
# Tecnología Minieólica

## Tipos de rotores

### EJE HORIZONTAL

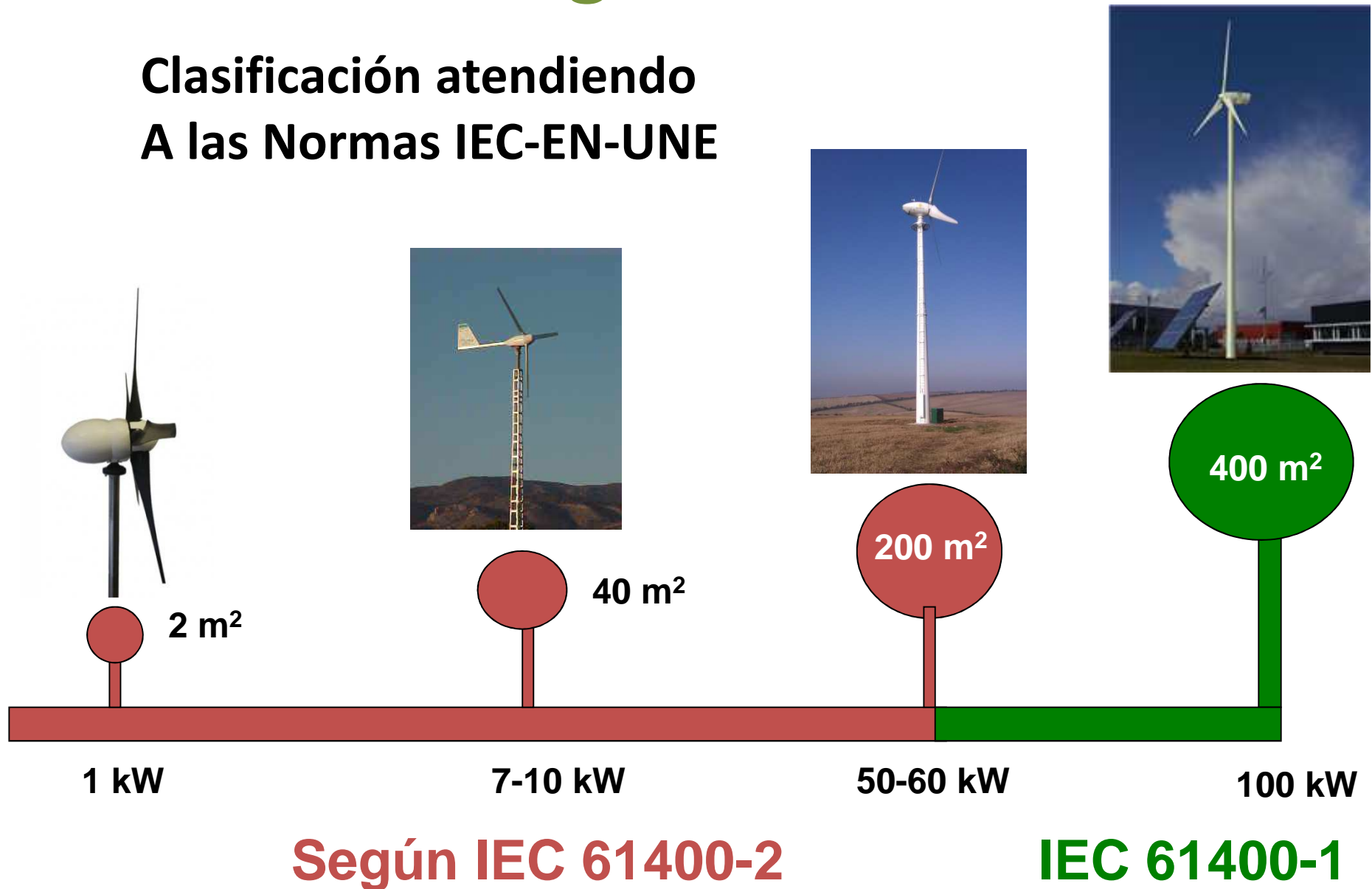


### EJE VERTICAL



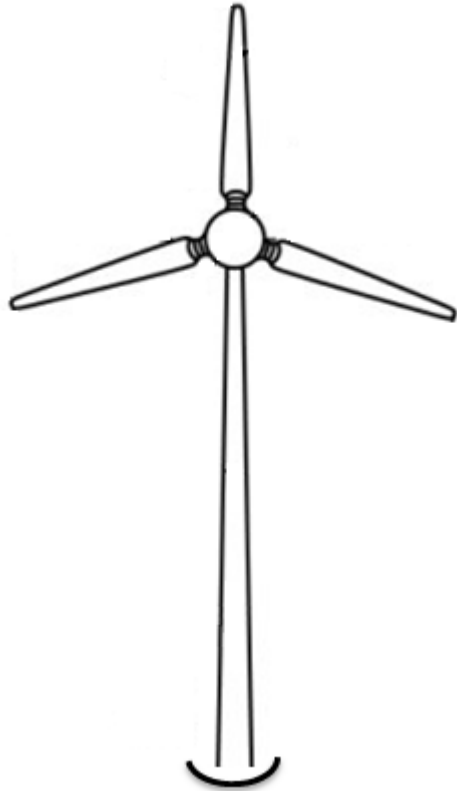
# Tecnología Minieólica

Clasificación atendiendo  
A las Normas IEC-EN-UNE



# Tecnología Minieólica

## Tipos de tecnologías



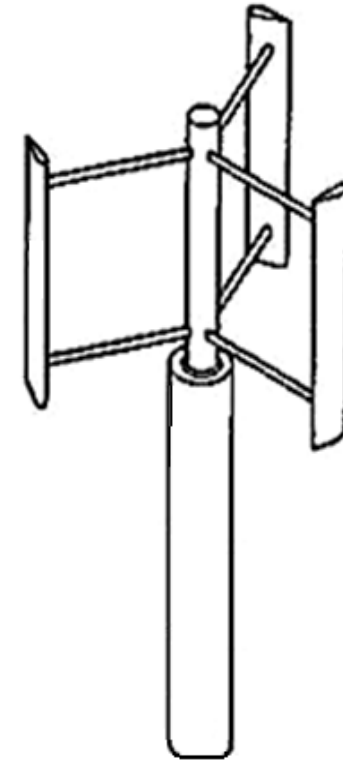
**EJE HORIZONTAL**

- Mas eficiente  
Cp hasta 0.5
- Muchos modelos

- Mas ruidosa
- Necesita sistema de orientación
- Dificultad para operar en alta turbulencia

- Silenciosa
- No necesita sistema de orientación
- Opera mejor en alta turbulencia

- Menor eficiencia Cp hasta 0.35
- Pocos modelos



**EJE VERTICAL**

# Tecnología Minieólica

Gran variedad de tecnologías en el mercado

- Rotor a barlovento o a sotavento
- Rotor libre o carenado
- Regulación por entrada en pérdida, desorientación, cambio de paso centrifugo, etc.
- Diversos tipos y alturas de torre.
- Inversores de uso fotovoltaico.



# Fabricantes de aerogeneradores en España

PEQ POTENCIA	EJE HORIZONTAL	EJE VERTICAL
De 1 kW a 6 kW	BORNAY Aerogeneradores RYSE Energy (ENAIR) ENNERA SOLENER WINDECO SONKYO ANELION/SILIKEN LET-ZIGOR	GEOLICA INNOVATIONS/ KLIUX TECHNOWIND INDESMEDIA EOL ENERLIM ALBIA/ BAIWIND
De 7 kW a 60 kW	RYSE Energy (ENAIR) SOLENER	
De 61 kW a 100 kW	Norvento Argolabe Boreas Laddes Works	
De 101 kW a 150 kW	Electria Wind ADES	

# Fabricantes de componentes

## GENERADORES ELECTRICOS

LANCOR  
OBEKI

## CONVERTIDORES DE POTENCIA

INGETEAM  
ZIGOR

# Desarrollo de sistemas

## AISLADOS DE RED

TTA  
BORNAY AEROGENERADORES  
RYSE ENERGY (ENAIR)  
SOLENER

## CONECTADOS A RED

RYSE ENERGY (ENAIR)  
NORVENTO ENERGIA  
ARGOLABE INGENIERIA

## MINIRREDES

TTA  
BORNAY AEROGENERADORES  
RYSE ENERGY (ENAIR)  
SOLENER

# Ejemplo de Instalación

## SISTEMAS HIBRIDOS AISLADOS EN VENEZUELA

### 88 Sistemas híbridos Eólico-Fotovoltaico-Diésel.

La potencia máxima de consumo considerada por vivienda no excederá de 450 W y un consumo de energía diario de no más de **2 kWh/día**.



Equipamiento instalado	
Aerogenerador:	Bornay 3000 - Bornay 6000
Torre:	Cuatripata autosoportada P750 12 mts.
Regulador eólico:	ABB Aurora
Paneles solares:	150 Wp 12 Vdc
Estructura:	Fija sobre suelo
Regulador solar:	Inversor de conexión a red Sunny Boy
Batería:	Estacionarias OPzS
Inversor:	SMA Sunny Island
Otros elementos:	Grupo electrógeno

# Ejemplo de Instalación

## MINI PARQUE EÓLICO EN MAURITANIA

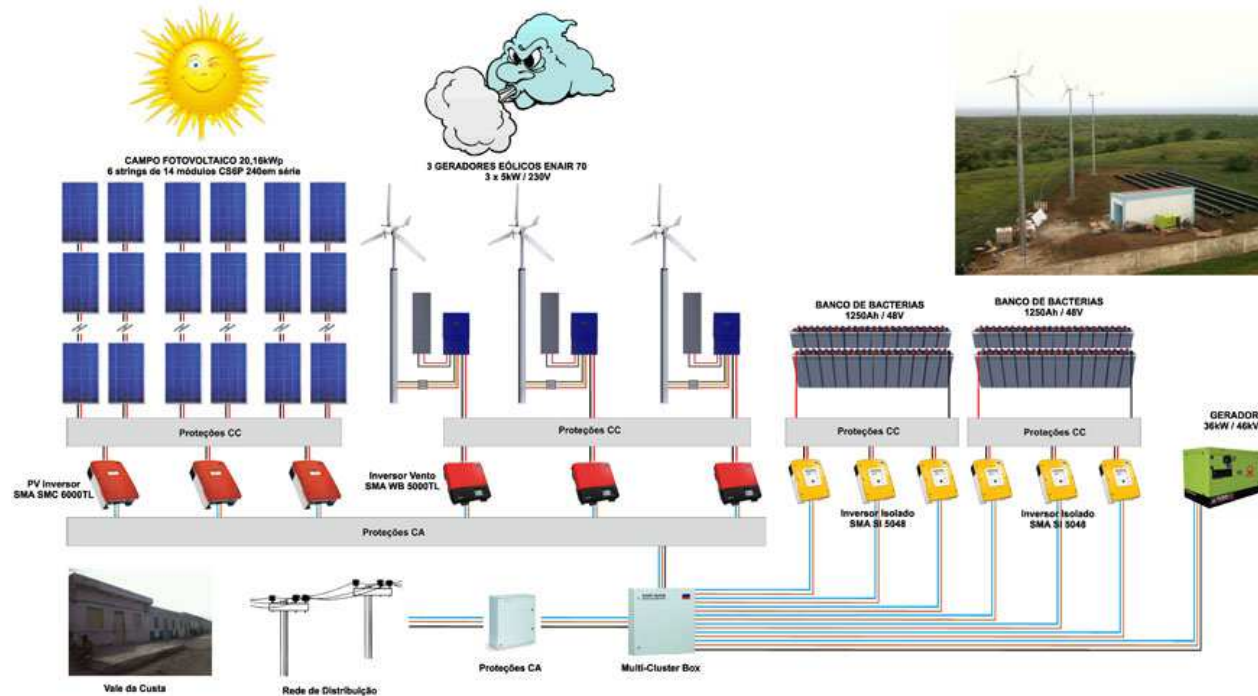


Instalación de 300 kW de potencia en total, formada por aerogeneradores SOLENER de 20 kW de potencia

# Ejemplo de Instalación

## MINIRED AISLADA EN CABO VERDE

- 3 Aerogeneradores ENAIR 70 (15kW) y 20 kW de fotovoltaica conectados a un bus de alterna mediante inversores de red Windy Boy y Sunny Minicentral los cuales son gestionados por 6 gestores inteligentes de red Sunny Island.
- Los Sunny Island crean la red trifásica manteniendo una tensión de 400V y 50Hz totalmente estable.



# Ejemplo de Instalación

## AUTOCONSUMO MINIEÓLICO CASERIO BIOUSKIZU (GUPUZKOA)

- Biourkizu es un caserío vasco que cuenta con la acreditación ENEEK para la producción orgánica.
- Potencia contratada de 4,6 kW.
- Consumo anual de unos 6500 kWh
- Coste medio electricidad de 0,151€/kWh, con un pago medio mensual de unos 980 €.
- Se instaló un aerogenerador Windera S de 3,2 kW @ 11 m/s, con un periodo de retorno de 9 años y un TIR del 12%, teniendo en cuenta unos incentivos del Gobierno Vasco de 1,2 €/kW.



# Ejemplo de Instalación

## AUTOCONSUMO INDUSTRIAL EN EL SUR DE INGLATERRA

- El objetivo del Eco-puerto de Shoreham es reducir en un 50% su consumo de electricidad procedente de la red, generar un ahorro potencial superior a los 500.000 € y reducir las emisiones de carbono en 600 t durante la vida útil de los aerogeneradores;
- Además, la instalación en 2016 de los dos aerogeneradores (Spinny and Gusty) esta compensando las caídas de tensión asociadas al encendido de las bombas, permitiendo su uso de manera integral y flexible conforme a las necesidades del puerto.



2 aerogeneradores nED100 de Norvento

# Ejemplo de Instalación

## AUTOCONSUMO INDUSTRIAL EN ALAVA

- El aerogenerador T100 de Argolabe Ingeniería se instaló en la bodega Fenández de Piérola en Moreda (Álava) y comenzó a funcionar en
- La producción del aerogenerador es de alrededor de 250.000 kWh anuales, con una velocidad media de viento de 5.5m/s. El consumo anual de la bodega es de 170.000 kWh y teniendo una simultaneidad estimada entre generación y consumo de un 39%, ya que no siempre coincide la disponibilidad de recurso eólico con los consumos de la bodega. La inversión acometida en este proyecto eólico alcanza los 400.000 euros, que representa entre un 10 % y un 15 % de las ventas del negocio de esta firma. La instalación está inscrita en el Registro de Autoconsumo y el excedente lo comercializa.



# Normativa de aplicación en España

- **UNE-EN Serie 61400 Aerogeneradores**  
UNE-EN-61400-2 (2015) Aerogeneradores. Parte 2:  
Aerogeneradores pequeños.
- **UNE-EN 50160 (2020)** Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
- **UNE-EN 50438 (2015)** Requisitos para la conexión de microgeneradores en paralelo con redes generales de distribución en baja tensión.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).
- **Real Decreto 1699/2011**, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. (> 100 kW)
- **Real Decreto 244/2019 de 5 de abril**, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- **Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.

# Etiquetado de pequeños aerogeneradores en España

Resultados de ensayos Test Results	
Fabricante Manufacturer	Fabricante Manufacturer
Aerogenerador Model	Modelo y versión Model and version
Energía anual de referencia A una velocidad de viento media de 5 m/s La producción actual puede variar dependiendo de las condiciones del lugar Reference anual Energy At 5 m/s average wind speed, Actual production will vary depending on site conditions.	XXX kWh/año XXX kWh/year
Nivel de ruido acústico declarado A 8 m/s: Declared Sound Power Level At 8 m/s	XX dB(A)
Clase de ensayos de turbina (II V o S para Especial) Turbine test class (II V or S for Special)	II
Ensayos realizador por Tested by	Organismo (más sello) Test organisation
Fecha de emisión: Date of issue:	DD/MM/AAAA DD/MM/YYYY
Fecha de expiración de la validez: Expiration Date:	DD/MM/AAAA DD/MM/YYYY
<b>CEVEPA</b> <small>Comité Español de Validación para el Etiquetado de Pequeños Aerogeneradores</small>	Nº Etiqueta: Label number: AAAA/NNN
Para más información: For more information:	www.idae.es

CEVEPA (Comité Español de Validación para el etiquetado de Pequeños Aerogeneradores)



<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/eolica/eolica-de-pequena-potencia/etiquetado-para>



## Ordenanzas municipales

“Recomendaciones para la autorización de instalaciones minieólicas de competencia municipal” (Julio 2017)



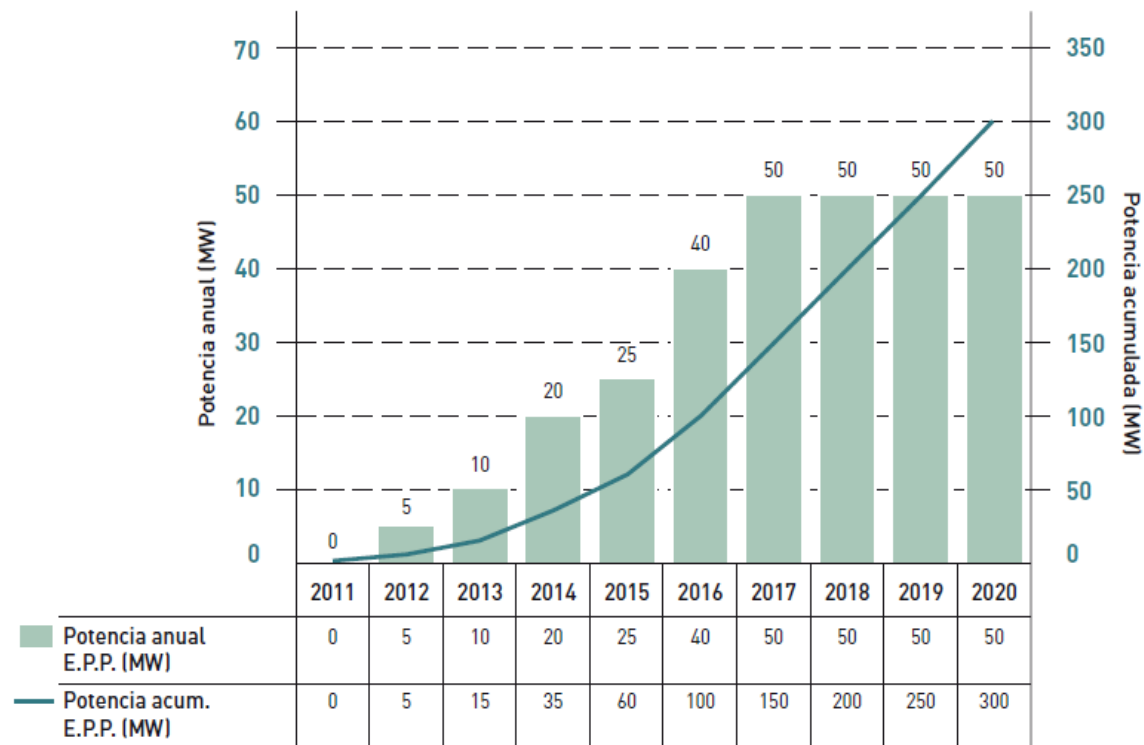
# Laboratorios de ensayos de pequeños aerogeneradores y componentes

- ✓ CIEMAT- CEDER [www.ciemat.es](http://www.ciemat.es) [www.ceder.es](http://www.ceder.es)
- ✓ Barlovento Recursos Naturales: [www.barlovento-recursos.com](http://www.barlovento-recursos.com)
- ✓ CIRCE [www.circe.es](http://www.circe.es)



# Objetivos para la minieólica: El PER 2011-20

- Fue con la publicación del PANER 2011-2020, donde se establece por primera vez un marco para la energía eólica de pequeña potencia, estableciendo un objetivo de implantación de 370 MW para 2020.



# Objetivos para la minieólica: El PER 2011-20

	$P \leq 10 \text{ kW}$	$10 \text{ kW} < P \leq 100 \text{ kW}$
	Doméstico	Industrial
<b>Aplicaciones</b>	Comercial	Residencial colectivo
	Agrícola	Terciario
	Procedimiento abreviado con menores requisitos	Procedimiento abreviado, excluidas del régimen de autorización administrativa previa
<b>Potencial tratamiento normativo en la conexión (con consumos asociados)</b>	Mayor agilidad en la tramitación administrativa	
	Posibilidad de conexión directa a la red interior	
<b>Ratios de inversión (instalación completa, incluyendo inversor)</b>	Aprox. 3.500 €/kW (superior a 4.000 €/kW para $P < 3 \text{ kW}$ )	Rango de 2.500 a 3.300 €/kW
<b>Producción (horas equivalentes)</b>	Aprox. 1200 h	Aprox. 1750 h
<b>Costes de explotación</b>	Aprox. 18 €/kW	Rango de 8 a 18 €/kW

# Registro del IDAE

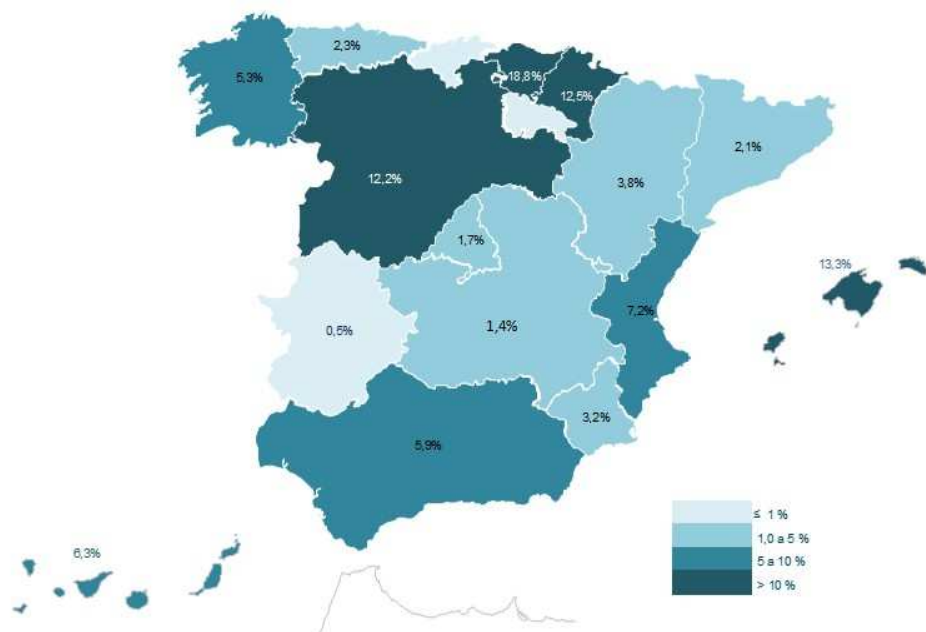
## Información por CCAA

El número total de instalaciones de pequeña y mediana potencia **no conectadas en red es de 664, sumando un total de 4.483 kW**. Euskadi es la comunidad autónoma con mayor número de instalaciones (125), mientras que la Comunidad Valenciana tiene la mayor capacidad instalada (1249 kW) aunque sólo dispongan del 7% del total de instalaciones (48)

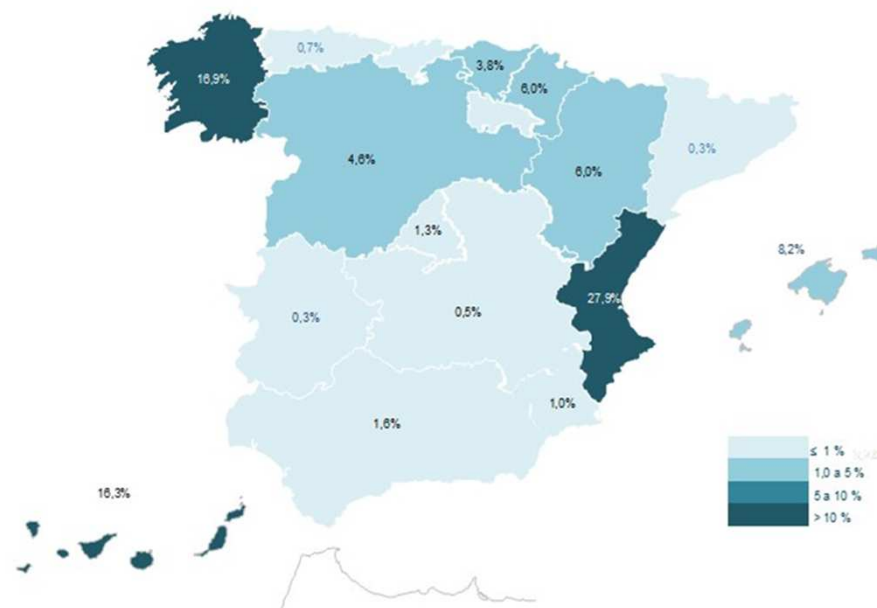
COMUNIDAD AUTÓNOMA	NÚMERO DE INSTALACIONES	POTENCIA (KW)	POTENCIA MEDIA KW
Andalucía	39	72.00	2
Aragón	25	268.96	11
Asturias	15	31.05	2
Islas Baleares	88	366.66	4
Comunidad Valenciana	48	1249.09	26
Islas Canarias	42	729.13	17
Cantabria			
Castilla-La Mancha	9	23.63	3
Castilla León	81	206.30	3
Cataluña	14	15.64	1
Ceuta			
Extremadura	3	14.50	5
Galicia	35	758.46	22
La Rioja			
Madrid	11	57.30	5
Melilla			
Murcia	21	43.60	2
Navarra	83	267.77	3
País Vasco	125	169.19	1
sin definir	25	210.25	8

# Registro del IDAE

## Información por CCAA



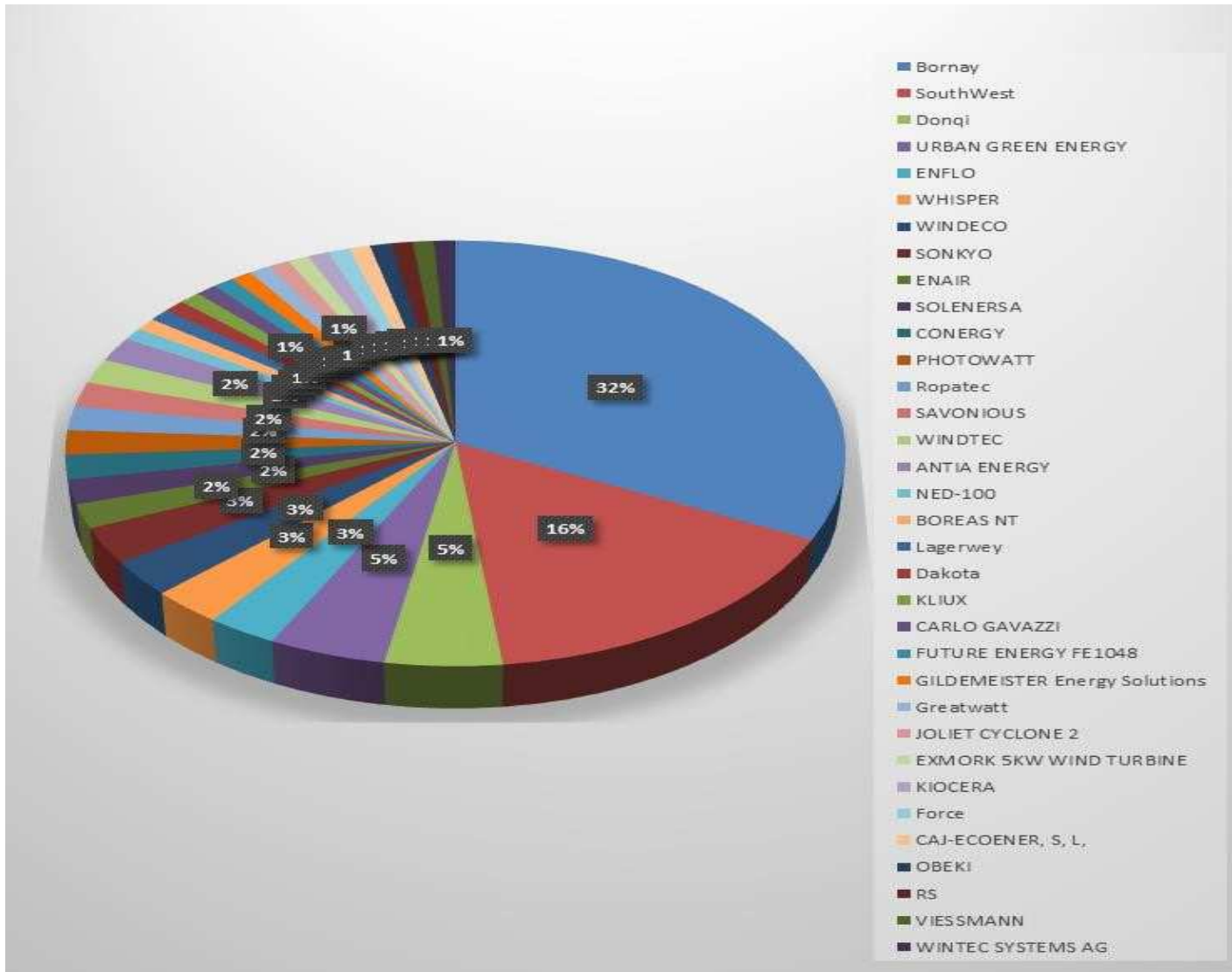
**Distribución por  
Numero de instalaciones**



**Distribución por  
Potencia Instalada**

# Registro del IDAE

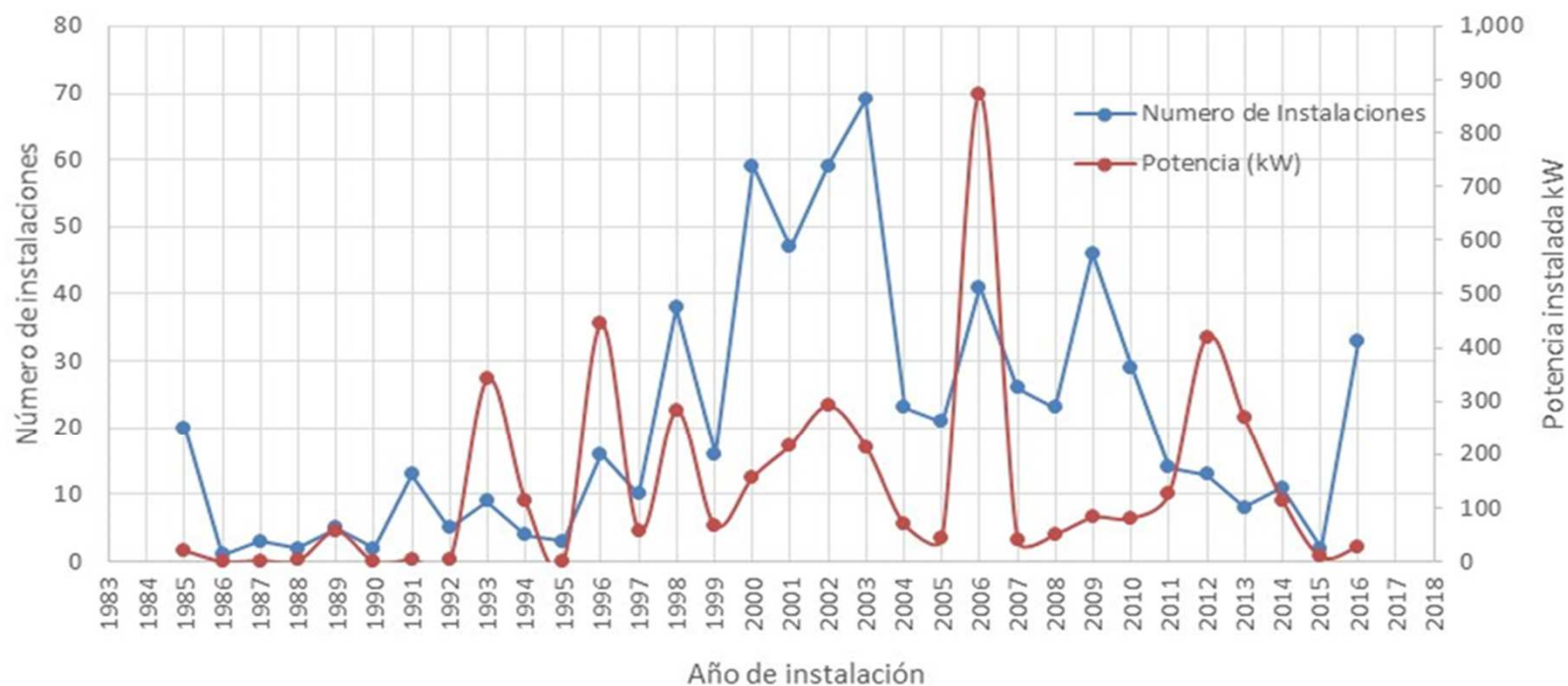
## Análisis por fabricantes



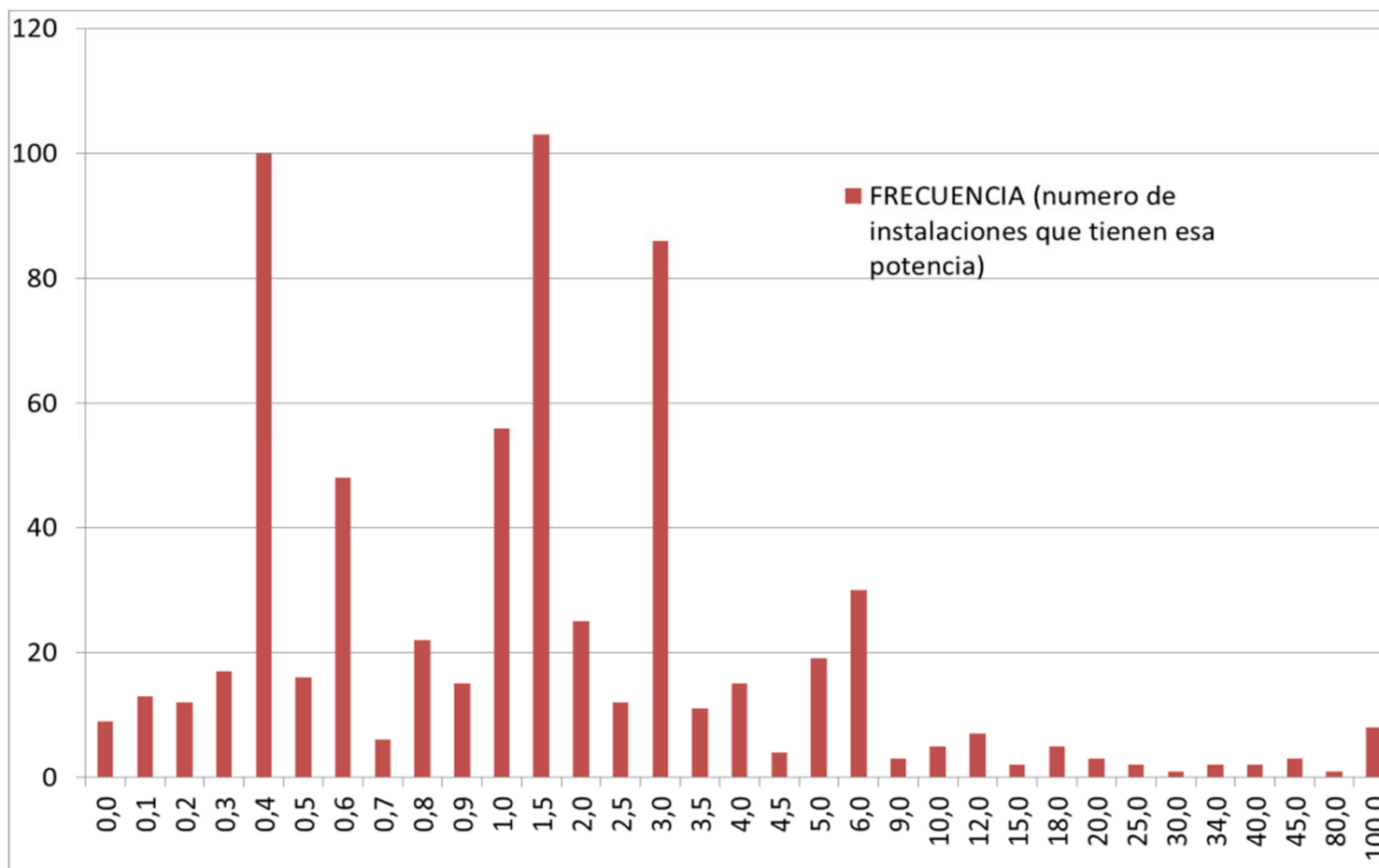
# Registro del IDAE

## Análisis por año de instalación

Indicar que sólo se disponen datos de instalación desde el año 1985 hasta el año 2016. No se dispone de relación de estos datos con su localización geográfica o nombre de fabricante.



# Registro del IDAE. Distribución por potencias



El mayor número de instalaciones son de 0,4 kW de potencia (14,8%), seguido de los modelos de 1,5 kW (14,6%). En tercer lugar aparecen los aerogeneradores de 3 kW con un 12,4%. Por otra parte tanto los aerogeneradores de 0,6 kW como los de 1 kW representan un 6,9% cada uno.

# Registro en el régimen especial y en Registro de autoconsumo de energía eléctrica (RADNE)

Antes de que comenzara a funcionar el **RADNE, Registro de Autoconsumo de Energía Eléctrica** alojado ahora en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), las instalaciones de generación renovable conectadas a red tenían que registrarse en el **Registro del Régimen Especial**. Posteriormente, las que quisieran acogerse a la modalidad de autoconsumo, tenían que hacerlo en el RADNE

## Análisis de las Instalaciones adscritas al Régimen Especial

- **Baleares**

Proyecto singular de reconversión de 46 molinos clásicos adaptados a aerogenerador eléctrico todos de 10 KW

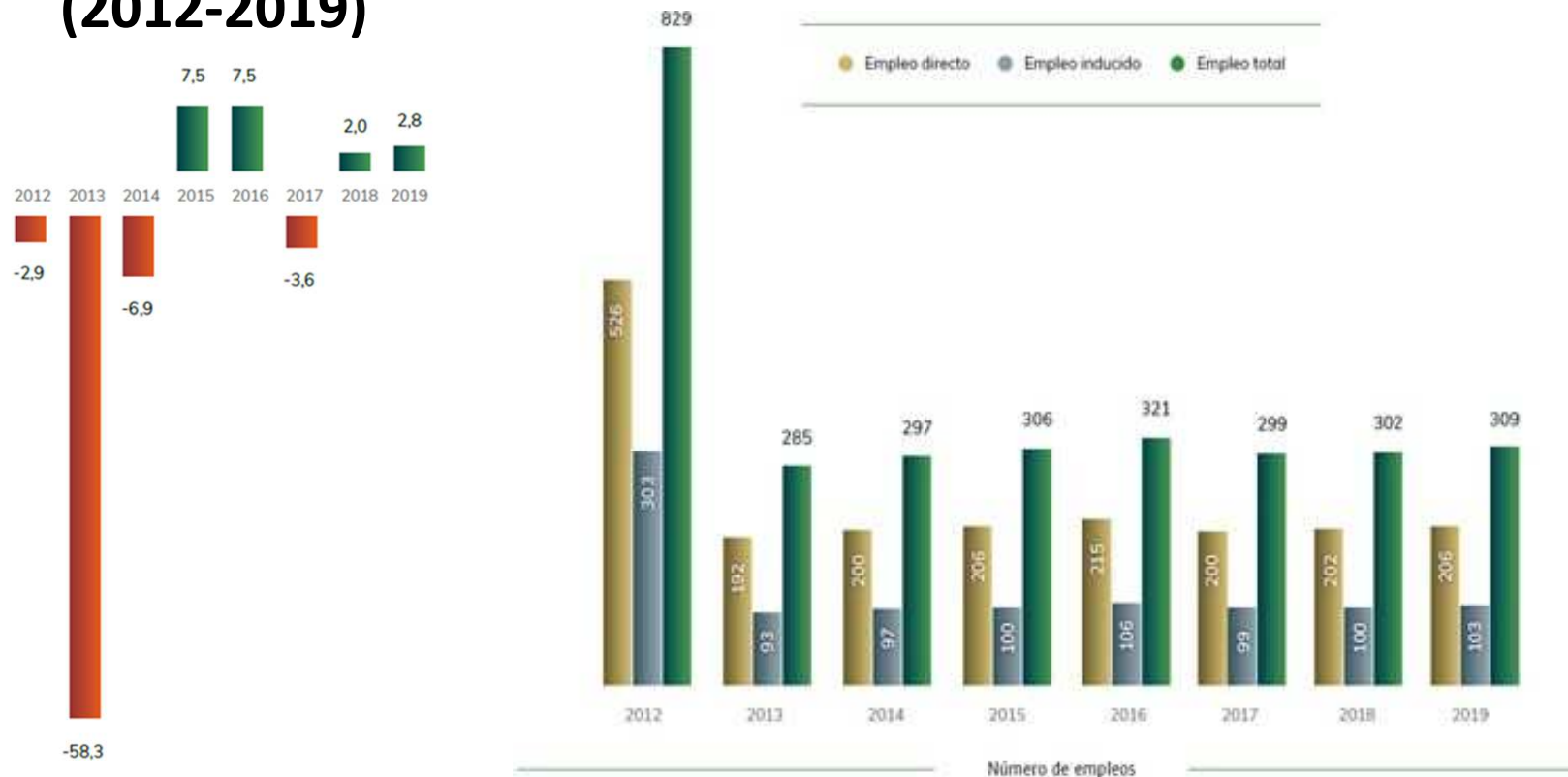
- **Resto de las CCAA**

Preponderancia del fabricante Bornay con 35 instalaciones de las 108 disponibles, seguido del fabricante SouthWest Windpower con 17. A continuación se encuentran dos fabricantes de aerogeneradores de eje vertical, Donqui y Urban Green Energy, con 5 instalaciones cada uno. Posteriormente hay un elevado número de fabricantes (21), tanto nacionales como internacionales, con 3, 2 o 1 instalación.

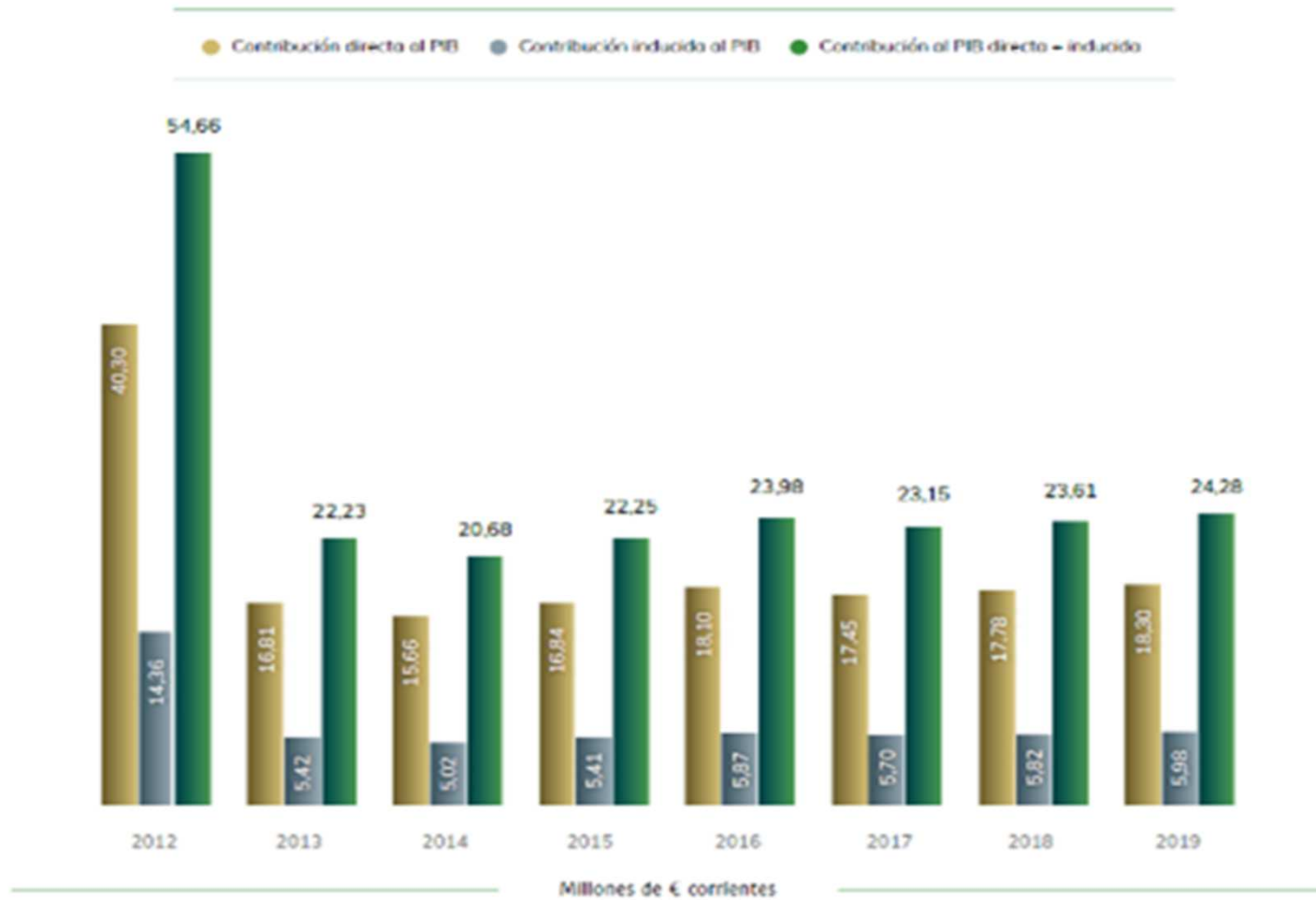
# APPA Minieólica

El Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España (2019) incluye un apartado correspondiente a la tecnología minieólica.

## VARIACION EMPLEO (2012-2019)



# Aportación al PIB del sector de la mini-eólica



# Resultados de la encuesta realizada a los fabricantes

<b>Fabricante</b>	<b>Nº de aerogeneradores</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
Argolabe	2	200
Bornay	7.665	17.700
Ennera	850	2.700
Norvento	25	2.500
Ryse (Enair)	1.056	5.310
Solener	2.000	3.000
<b>TOTAL</b>	<b>11.598</b>	<b>31.410</b>

# Conclusiones

- Todo indica que estamos en un momento muy difícil para esta tecnología, con una condiciones de mercado poco menos que imposibles, salvo casos muy particulares.
- Entre las distintas razones que han llevado a esta situación, hay una que sobresale: no puede competir en costes con la tecnología solar fotovoltaica (FV). Si bien esto habla muy a favor de la tecnología FV, y no hay que desmerecerla por ello (de hecho, los pocos fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia que sobreviven, suelen hacerlo diversificando su negocio con la FV), no hay que perder de vista lo que decía el PER 2011-2020 respecto a la minieólica: “esta tecnología necesita todavía ayudas para su desarrollo”, lo cual nunca se llegó a llevar a cabo en España debido a la eliminación de ayudas a la generación renovable, las mismas ayudas que sí tuvo la generación FV durante la primera década de este siglo.
- El objetivo de este trabajo es promover un cierto nivel de apoyo a los fabricantes que todavía subsisten, como algunas iniciativas que se están barajando a nivel institucional, que les permita mantener la competitividad de sus productos en un entorno internacional.



Luis Arribas de Paz



Carolina  
Garcia Barquero



Ignacio Cruz Cruz



Félix Avia Aranda

Informes Técnicos Ciemat

**1483**  
DICIEMBRE, 2020

EL MERCADO DE  
AEROGENERADORES  
DE PEQUEÑA  
POTENCIA EN ESPAÑA

L. Arribas de Paz  
C. García Barquero  
I. Cruz Cruz  
F. Avia Aranda

**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN!!!**

**Descárgate el informe en**

<http://www.ciemat.es/portal.do?TR=A&IDR=1&identificador=852>

**Ciemat**



**Ciemat**  
Centro de Investigaciones  
Energéticas, Medioambientales  
y Tecnológicas