



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Electrical Engineering

ANÁLISIS DEL FUTURO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EUROPA

primavera 2020-2021



Memoria y Anexos

Autor : DUBOIS Rémi

Director : BUENESTADO Pablo

Convocatoria : ?

Resumen

El propósito de este informe es estudiar el desarrollo de la energía eólica en Europa. De hecho, la energía eólica está en auge y responde a la demanda de la lucha contra el calentamiento global. Una de las principales cuestiones de este trabajo de investigación fue explicar el mercado actual de la energía eólica y luego deducir posibles desarrollos. De hecho, la Unión Europea tiene como objetivo la neutralidad de carbono para 2050, por lo que este informe puede dar una cierta respuesta a su viabilidad. Es en este contexto que comenzó mi trabajo, hay un análisis de la energía eólica terrestre, su evolución en los últimos años. , toda la parte económica y luego llevamos a cabo la misma metodología con la energía eólica marina, luego intentamos sacar conclusiones. Este informe también puede arrojar luz sobre una gran cantidad de datos que no se encuentran fácilmente y permite aplicarlos de forma sencilla. Comprender los retos de este sector que se convertirá en la máquina de torneado para la producción de electricidad en Europa, que corre el riesgo de cambiar nuestro territorio. Este informe puede ser leído por cualquier persona que desee obtener más información sobre este tema o que desee encontrar datos actualizados sobre este tema.

Palabras clave: energía eólica terrestre, eólica marina, financiación europea, energía producida, coste de la energía eólica

Abstract

The aim of this report is to study the development of wind energy in Europe. Indeed, wind energy is booming and meets the demand for the fight against global warming. One of the main questions of this research work was to explain the current wind energy market and to deduce the possible evolutions. Indeed, the European Union is aiming for carbon neutrality by 2050, so this report can provide a certain answer to its viability. It is in this context that my work began, there is an analysis of onshore wind power, its evolution in recent years. , the whole economic part and then we do the same methodology with offshore wind, then we try to draw conclusions. This report can also shed light on a large amount of data that is not easy to find and makes it easy to explain. Understand the challenges of this sector which will become the turning point for electricity production in Europe, which risks changing our territory. This report can be read by anyone who wants more information on this topic or who wants to find up-to-date information on this topic.

Keywords: onshore wind, offshore wind, European financing, energy produced, cost of wind energy

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a todas las personas que contribuyeron al éxito de mi pasantía y que me ayudaron en el desempeño de mi trabajo.

En primer lugar, quisiera agradecer a mi director de prácticas el Sr. BUENESTADO, profesor de la Universidad Politécnica de Barcelona, por su paciencia, disponibilidad y consejos.

También me gustaría agradecer a todo el equipo docente de la Universidad Politécnica de Barcelona por asegurar mi integración en la universidad, pero también a la Universidad de Lille sin la cual no se podría haber hecho nada.

Entonces me gustaría expresar mi agradecimiento a las personas que no habría mencionado por haberme apoyado en este proyecto:

M.GARAU que siguió regularmente mi pasantía ERASMUS y que participó en la implementación de la pasantía a pesar de una complicada situación de salud.

M.RUSU, por haber organizado toda la parte administrativa de esta pasantía.

Glosario

Análisis de componentes principales (PCA):

Tabla de datos cuantitativos (altura, peso por ejemplo) de n individuos con p variables, PCA permite representar las similitudes entre filas y enlaces entre columnas.

Análisis de correspondencia factorial (AFC):

Tabla de contingencia que representa el cruce de dos variables cualitativas (el nivel de calificación y la categoría laboral ocupada, por ejemplo) sobre una muestra de tamaño n.

La Varianza :

La varianza es la media de los cuadrados de las desviaciones de la media. se puede considerar como una medida utilizada para caracterizar la dispersión de una distribución o una muestra. la fórmula general de la varianza :

$$Var(C^1) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (c_i - \bar{c})^2$$

multiplicación de matrices :

Una matriz es una matriz de números que tiene filas y columnas. Cada uno de estos números es un elemento o un coeficiente de la matriz. Para multiplicar dos matrices juntas tenemos que multiplicar cada término del mismo rango y luego las sumamos

$$x^n y = [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n] \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Calcular una matriz basada en una matriz de datos

tomamos el total de cada fila de la tabla que usamos Luego tomamos el producto matricial de la línea derecha/ 100 porque estamos trabajando como un porcentaje. Luego repetimos este proceso para todas las líneas. Del producto matricial, se puede escribir en caso de independencia de las matrices:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline 4 & \dots \\ \hline \dots & \dots \\ \hline \dots & \dots \\ \hline \dots & \dots \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} 10 \\ 60 \\ 90 \\ 20 \end{array}$$

40 20

$$40 \times \frac{10}{100} = 4$$

$$40 \times \frac{24}{100} = 24$$

$$20 \times \frac{10}{100} = 2$$

Indici

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Agradecimientos.....	III
Glosario.....	VI
Prefacio.....	8
1.1. Origen del trabajo.....	8
1.2. Motivación.....	8
1.3. Requerimientos previos.....	8
Introducción.....	9
1.4. Objetivos del trabajo.....	10
1.5. Alcance del trabajo.....	11
I. Producción de energía eólica.....	12
I.1. Introducción.....	12
I.2.1. Potencial eólico de Europa.....	12
I.2.3 Costo de la Energía eólica.....	16
I.2.4 Financiamiento de la energía eólica.....	19
I.2.5 Energía eólica terrestre, una progresión estancada.....	21
II. Eolica marina.....	23
II.1. Introducción.....	23
II.2.1. Un sector del futuro.....	23
II.2.2. Un sector muy desigual.....	26
II.2.3 Costo de la energía offshore.....	28
II.2.4 Financiamiento de la energía offshore.....	30
III. Análisis descriptivo de la evolución.....	33
III.1.1. Introducción.....	33
III.2.1. Análisis de componentes principales (ACP).....	33
III.2.2. Análisis de correspondencia factorial (AFC).....	35
Conclusiones.....	38
Conclusión : Producción de energía eólica.....	38
Conclusión : Eolica marina.....	38
Conclusión : Análisis descriptivo de la evolución.....	38
Bibliografía.....	40
Anexo.....	42
Tabla de ilustraciones.....	44

Prefacio

1.1 Origen del trabajo

Como parte de mi estancia Erasmus tuve que hacer unas prácticas sobre un tema de mi elección. Elegí hacer un estudio estadístico para un ingeniero. El tema de este estudio es el análisis del futuro de la energía eólica en Europa durante los próximos 40 años. El tema de este estudio encaja perfectamente en el marco de mi estudio en ingeniería eléctrica e informática industrial donde estudié ingeniería eléctrica. Además, podemos encontrar mucha información sobre este tema, en particular gracias a la Comisión Europea, que es muy activa en el tema. En nuestra sociedad, estamos asistiendo a un cambio brusco en nuestra industria, por lo que la ciencia de la estadística permite hacer un uso de datos muy generalizado en las profesiones de la ingeniería. Estos datos que se analizan pueden tener un impacto real en la visión del diseño de productos como la energía eólica en nuestro caso.

1.2 Motivación

Quiero continuar mis estudios el próximo año en la escuela de ingeniería y mi plan profesional es continuar luego en el sector de la investigación y el desarrollo. Por eso, saber realizar un análisis estadístico será un plus para mi futuro. Además, el tema elegido corresponde a mi industria y, por lo tanto, solo puede ser un descubrimiento gratificante. En este contexto, un estudio estadístico sobre el tema de la energía eólica en Europa podría permitir a empresas, particulares u otros comprender de forma rápida y sencilla lo que está en juego. Desde sus inicios, la energía eólica ha seguido evolucionando y es difícil encontrar un estudio real sobre el tema que esté actualizado. Por lo tanto, este estudio podrá, en aras de mantener actualizada la información, poder ayudar a un lector que busque información.

1.3 Requerimientos previos

Este trabajo se utilizará en la recapitulación de los datos, su objetivo es procesar una gran cantidad de datos e identificar los aspectos más interesantes de los mismos. El lector debe ser consciente de que hay un uso de conceptos matemáticos que es

necesario para implementar una prueba de hipótesis. En este informe no se utilizan los pronósticos de simulación numérica que requieren datos muy específicos y de difícil acceso.

Introduccion

1.4. Objetivos del trabajo

La energía eólica se considera un problema en el sector de la energía eólica no solo en Europa sino también en todo el mundo. En Europa, muchos países se han fijado el objetivo de la neutralidad de carbono para 2050, es decir, un equilibrio entre las emisiones humanas y la absorción humana de gases de efecto invernadero. La capacidad de energía eólica en Europa hoy es de 129 GW. Según algún estudio, la fuente debería alcanzar en 2030 entre 280GW y 360GW. No todos los estudios concuerdan entre sí, por lo que tenemos discrepancias en los resultados. La producción actual de electricidad cubre actualmente solo el 18% de la demanda eléctrica europea. Otra parte que se está desarrollando muy bien en los últimos años son los proyectos eólicos marinos, en Europa hay 110 parques que representan más de 5.000 aerogeneradores. Según muchas agencias internacionales de energía, la energía eólica marina tiene un inmenso potencial y podría satisfacer las necesidades de energía eléctrica de toda la población europea.

Sabiendo todo esto, queremos entender cómo esta energía se puede llevar tanto hacia el futuro y analizaremos todo su desarrollo. Para lograr este objetivo, vamos a estudiar todo el sector, incluida la energía eólica terrestre, la energía eólica marina, la parte económica y social, su potencial de evolución. Compararemos con mucha regularidad nuestros resultados con otros sistemas como el nuclear, por ejemplo, esto permite al lector definir puntos de referencia y por lo tanto ayudar en la comprensión de los datos.

1.5. Alcance del trabajo

Para la realización de este estudio, recopilé un archivo de bases de datos para asegurarse de que contiene en particular los datos europeos proporcionados por la agencia "The Wind Power". Luego, todos los diagramas se llevaron a cabo gracias a las bases de datos recopiladas upstream. Primero, haré una observación estadística de los datos actuales y pasaré a la parte de las probabilidades para deducir las posibles evoluciones.

Todo el estudio para el análisis de datos seguirá un proceso que deberá seguirse para la coherencia del informe. El procesamiento de datos se regirá por estas reglas:

- Búsquedas de datos coherentes y comparación de estos datos
- Transformación y clasificación de datos en diversas formas.
- Adición de datos faltantes y análisis de coherencia con otros.
- Análisis y observaciones de los resultados obtenidos.
- Resaltado de fuentes.

Aunque estos métodos se pueden aplicar al análisis estadístico clásico, será diferente para el análisis probabilístico que seguirá otra metodología.

- Usos de datos anteriores
- Análisis de teoremas probabilísticos particulares
- Demostración matemática usando las herramientas
- Comparaciones con hallazgos anteriores

Gracias a esta metodología podremos demostrar ciertos análisis que señalamos en la parte de análisis estadístico de este informe. Todas las suposiciones hechas en las dos primeras partes no se pueden demostrar matemáticamente; no obstante, tratamos de usar la herramienta matemática tanto como sea posible para hacerlo.

I. Producción de energía eólica

1.1. Introduccion

El sector de la energía eólica en Europa cubre el 14,5% (según la empresa de base de datos "the wind power") de la producción eléctrica de la Unión Europea. Está experimentando un crecimiento muy fuerte debido a una demanda de energía cada vez mayor por parte de los consumidores. Europa, que depende mucho de la importación de recursos energéticos más tradicionales como el gas o el petróleo, desea cada vez más recurrir a energías más ecológicas y ser autosuficiente. Europa, que tiene un potencial eólico muy fuerte según los estudios regionales, quiere jugar a su favor. Es un sector que genera empleo y recursos, especialmente en Europa, que representa el 85% de este mercado.

2.1 Potencial eólico de Europa

Europa se muestra muy ambiciosa en el desarrollo de las energías renovables, por lo que la energía eólica se ha desarrollado con mucha fuerza durante 20 años. Este potencial depende de varios factores, como un entorno favorable para los aerogeneradores, la velocidad del viento, pero también la humedad, que puede influir en el viento. Tenga en cuenta que existe un atlas de viento que tiene como objetivo proporcionar herramientas meteorológicas para el desarrollo de la energía eólica, en el **anexo 1** puede encontrar un ejemplo de su uso en Europa. Este atlas puede darnos datos interesantes sobre las capacidades de la energía eólica en Europa. Según investigadores de la Universidad de Sussex en Inglaterra, si Europa utilizara todo su potencial eólico podría producir hasta 100 veces más energía que en la actualidad, sin embargo veremos más adelante en el informe que estas cifras siguen siendo utópicas y explicaremos por qué.

Vamos a iniciar nuestro estudio poniendo bajo tabla y graficando los datos que tenemos por "la potencia eólica" sobre la evolución de la producción de MW de la eólica terrestre, también destacaremos la capacidad W / hab para nosotros. referencias en

nuestro estudio En la tabla que se muestra a continuación, vemos un aumento cada vez mayor y muy regular de la energía eólica.

Tabla 1 : figura del Eolico

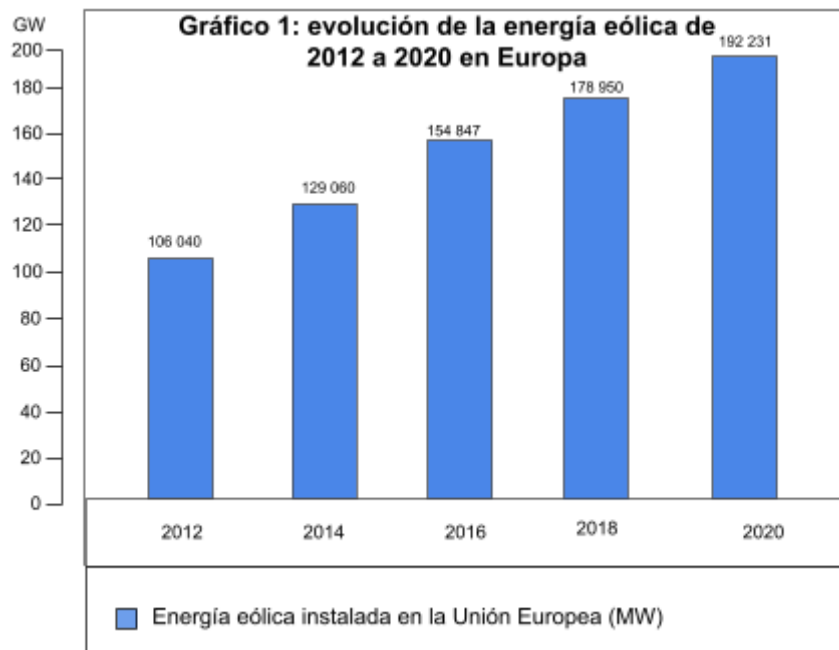
	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2020
Energía eólica instalada en la Unión Europea (MW)	106 040	129 060	142 041	154 847	169 244	178 950	192 231
Energía eólica per cápita en la Unión Europea (W/hab)	187	258	279	301	330	347	374

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea - WindPower

Gráfico 1 : evolución de la energía eólica de 2012 a 2020 en Europa



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea - WindPower

Como la energía eólica lleva mucho tiempo desarrollándose, puede ser interesante comparar la producción de cada país, que es muy desigual. Tomemos el ejemplo de Alemania, que tiene la mayor parte de la producción, el país había decidido detener las centrales nucleares que representan solo el 11% de su producción (según Achim Derck, presidente de la federación industrial alemana). Por lo tanto, han aumentado considerablemente su gasto en parques eólicos a pesar de una caída bastante significativa desde 2017 como se puede ver en la tabla 2 y el gráfico. Sin embargo, a primera vista, esta cifra del 11% puede parecer algo bueno, pero para financiar la energía eólica reduciendo la participación de Alemania nuclear para reactivar las centrales eléctricas de carbón que cuestan menos en producción, como se puede ver en la sección financiación del informe. .

La desigualdad de la que hablábamos puede tomar formas más simples como la geografía del país, y como se puede ver en la tabla el primero del ranking tiene terrenos favorables para la operación de parques eólicos.

Tabla 2 : Energía eólica instalada en la Unión Europea (MW)

	2016	2017	2018	2019
Alemania	49 592	55 602	58 908	61 357
Inglaterra	16 217	19 000	21 494	25 808
España	23 075	23 170	23 494	23 515
Francia	11 761	13 559	15 108	16 646
Italia	9 384	9 743	10 300	10 512
Suecia	6 495	6 721	7 407	8 985
Polonia	5 747	6 397	6 131	6 128
Dinamarca	5 246	5 321	5 864	5 917
Portugal	5 313	5 313	5 380	5 437

Países Bajos	4 257	4 720	4 292	4 600
Irlanda	2 827	3 365	3 564	4 155
Rumania	3 025	3 029	3 030	3 029
Austria	2 649	2 848	3 045	3 159
Bélgica	2 383	2 844	3 191	3 879
Finlandia	1 532	2 044	2 041	2 284
Grecia	2 370	2 541	3 576	3 576
otro país	2 957	3 018	3 142	3237

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : Comisión Europea - WindPower

Tabla que contiene la energía eólica en la Unión Europea en Megawatt que no debe confundirse con la producción de energía eólica en GWh, que es la cantidad de electricidad recolectada por los proveedores de energía.

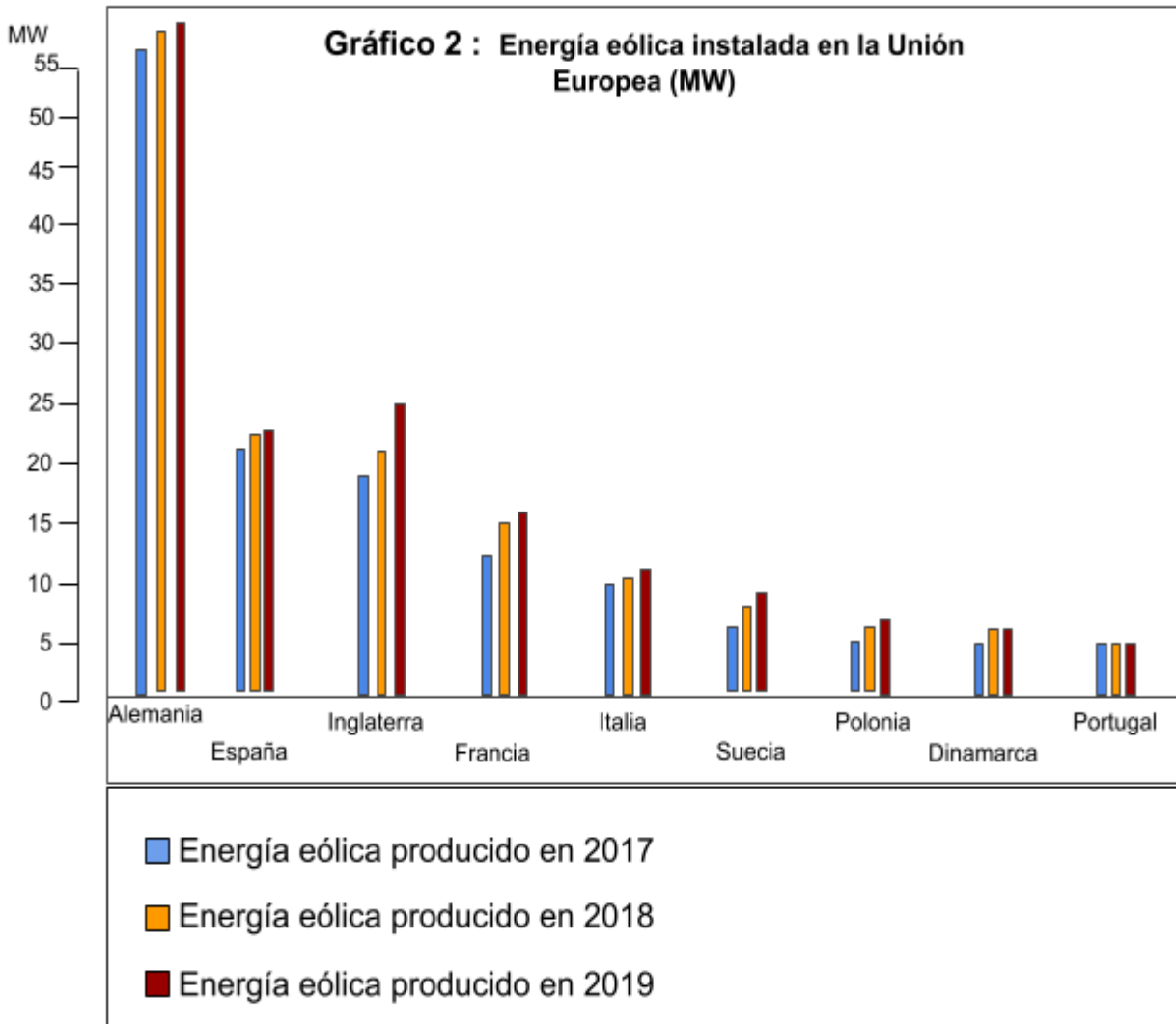
Como se puede ver en esta tabla, la energía eólica es una alternativa en muchos países europeos, limita otras fuentes de energía como el carbón o la nuclear. También podemos visualizar rápidamente el estado de los países europeos en energía eólica, sin embargo esta tabla debe ser matizada porque solo toma en cuenta la energía producida en el país pero no depende del número de habitantes. Puede resultar interesante comparar la energía producida según los habitantes.

Tomemos el ejemplo de Francia, en 2019 había 16.646MW para una población de 67 millones. Por tanto, obtenemos una media de 1 MW para 4024 habitantes. En Rumanía, en 2019 hay 19 millones de habitantes y una potencia de 3.029MW. Por tanto, obtenemos una media de 1 MW para 6.272 habitantes. Podríamos tomar otro ejemplo para demostrar este hecho. Por tanto, debemos saber cómo dar un paso atrás en este cuadro. En el **anexo 2** puedes encontrar un mapa de Europa agrupando el número de habitantes por país en Europa para tener otro ejemplo de producción según el número de habitantes

Lo cierto es que la superfinidad de países aún no es el factor más fuerte en términos de desarrollo. De hecho, los países más grandes como Francia, España, Polonia no necesariamente tienen una producción más alta que países que tienen superficies

más pequeñas como Italia. Sin embargo, cabe preguntarse si la superficie no se convertirá en algunos países en un problema o una ventaja.

Gráfico 2 : Energía eólica instalada en la Unión Europea (MW)



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : Comisión Europea - WindPower

Con la ayuda de la tabla podemos hacer un gráfico como el jugo de arriba. Esto nos permite ver rápidamente qué países dominan el mercado, pero también qué países están experimentando un crecimiento significativo. Como podemos ver rápidamente, Alemania es un participante importante en este sector con el **32%** en **2017**, el **31%** en **2018** y el **30%** en **2019** del mercado por sí solo (cálculo utilizando los datos de la

tabla). Por tanto, Alemania se mantiene constante en su progresión a diferencia de algunos países como España, Italia y Portugal que siguen mostrando un crecimiento muy bajo. Al contrario, gracias al gráfico es más fácil ver los países que más invierten en este sector como Alemania, Reino Unido o Francia.

2.3 Costo de la Energía eólica.

Vamos a discutir la parte financiera de la energía eólica terrestre, esto es para ayudarnos primero en la parte que abordará el análisis probabilístico, y esto nos dará indicaciones sobre sus medios de financiamiento. Uno de los grandes problemas en el despliegue de energías renovables, el aerogenerador terrestre en nuestro caso, es que su coste puede ser elevado en comparación con otras energías como la térmica por ejemplo.

En esta tabla y en este gráfico que se produce a continuación notamos 2 cosas, la primera los precios de los MWh se mantienen bajos en comparación con otras energías como la fotovoltaica que tienen precios entre 250-300 EUR. Según EDF, el proveedor oficial de electricidad en Francia, el coste de la energía eólica sigue siendo muy superior al de la energía nuclear, muy presente en la sociedad europea. Además, en la energía eólica, veremos en la sección 2.5, que el precio bastante ventajoso de la energía eólica terrestre no siempre es suficiente para continuar solo en este camino de desarrollo energético.

Tabla 3 : Precio de la energía eólica terrestre por MWh

	2016	2018
turbina eólica terrestre de última generación	57-94 EUR	50-79 EUR
turbina eólica terrestre de vieja generación	79-108 EUR	64-88 EUR

nota de lectura : precio promedio para las turbina eólica terrestre (MWh)

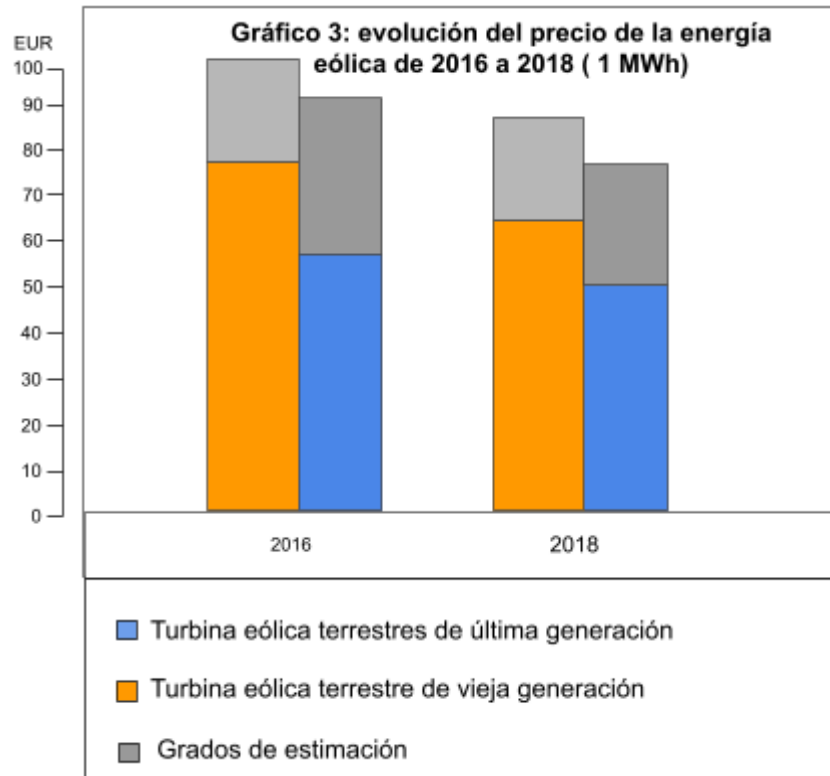
campo : Datos de actividad 2018

fuentes : TOTAL-energie(fr)

En todos los países europeos el precio de la energía eólica es siempre superior al de otras fuentes de energía, pero su evolución sigue siendo demasiado baja y

demasiado lenta según los especialistas. Por lo tanto, se necesitará un desarrollo más pronunciado entre 2021 y 2040 para aumentar la rentabilidad; la falta de progreso podría poner en riesgo a la industria y al gobierno de dejar de respaldar la producción. Esto seguramente involucrará nuevas tecnologías de almacenamiento que serán más eficientes.

Gráfico 3 : evolución de la energía eólica de 2016 a 2018 (1 MWh)



nota de lectura : precio promedio para las turbina eólica terrestre (MWh)

campo : Datos de actividad 2018

fuentes : TOTAL-energie(fr)

Acabamos de ver el costo de MWh a la salida del aerogenerador, sin embargo este precio reúne dos cosas, el costo de inversión y el costo operativo. El costo de la inversión corresponden a muchos gastos como se puede ver en el gráfico número 4.

El coste de la inversión: - tenemos 1,3 millones de euros por MW

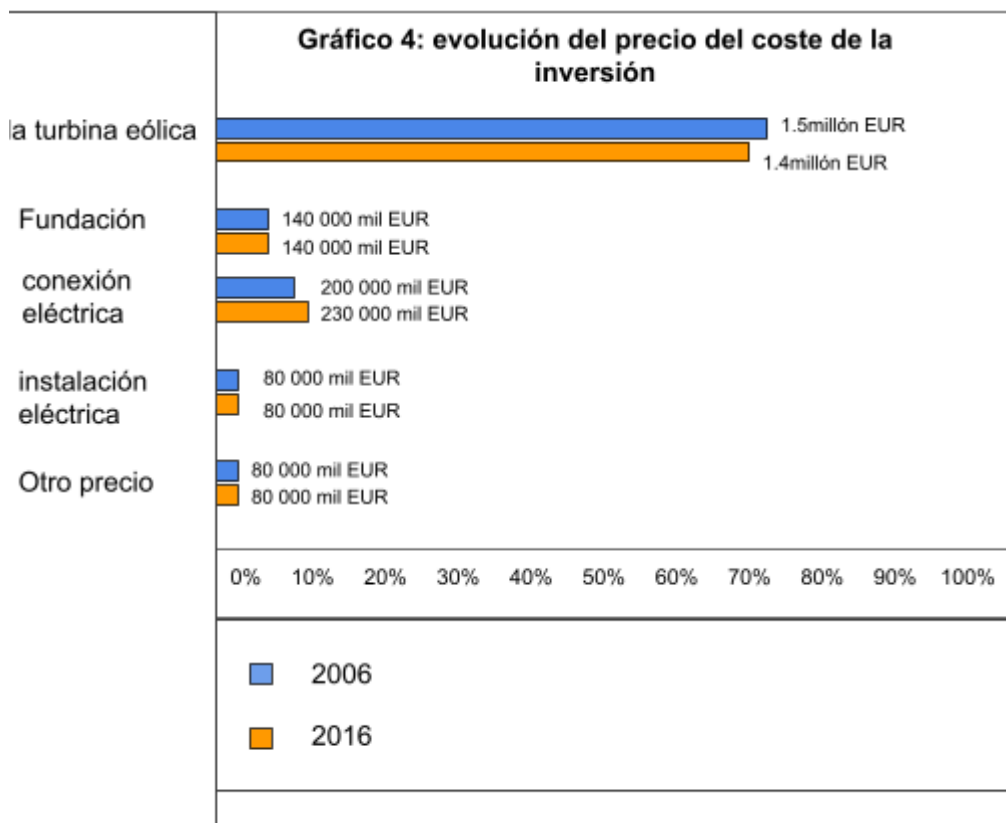
Coste operativo: - 55,3 miles de euros por MW

El costo de operación corresponde al alquiler del terreno, mantenimiento del aerogenerador, seguro. Su costo apenas ha cambiado en 20 años. Este costo representa alrededor del 20% del precio final de la electricidad (alrededor de 20

euros) según el periodista Phillipe François. depende mucho de que el precio de la mano de obra ciertamente no disminuirá. Los investigadores y la industria creen que una disminución en el precio de la energía eólica no puede provenir de una disminución en el costo operativo.

Por tanto, en el diagrama siguiente tenemos el precio de inversión de un aerogenerador de 2 MW, el precio de un solo MW es de 1 millón de euros, lo que nos da un aerogenerador de 2 millones de euros. Analizamos rápidamente los gastos para su puesta en marcha gracias al gráfico. Otro propósito del gráfico es comparar su evolución a lo largo de 10 años, entre 2006 y 2016, que son las cifras obtenidas de la empresa MEDEE.

Gráfico 4: evolución del precio del coste de la inversión



nota de lectura : precio medio registrado en 2016

campo : Datos de actividad 2016

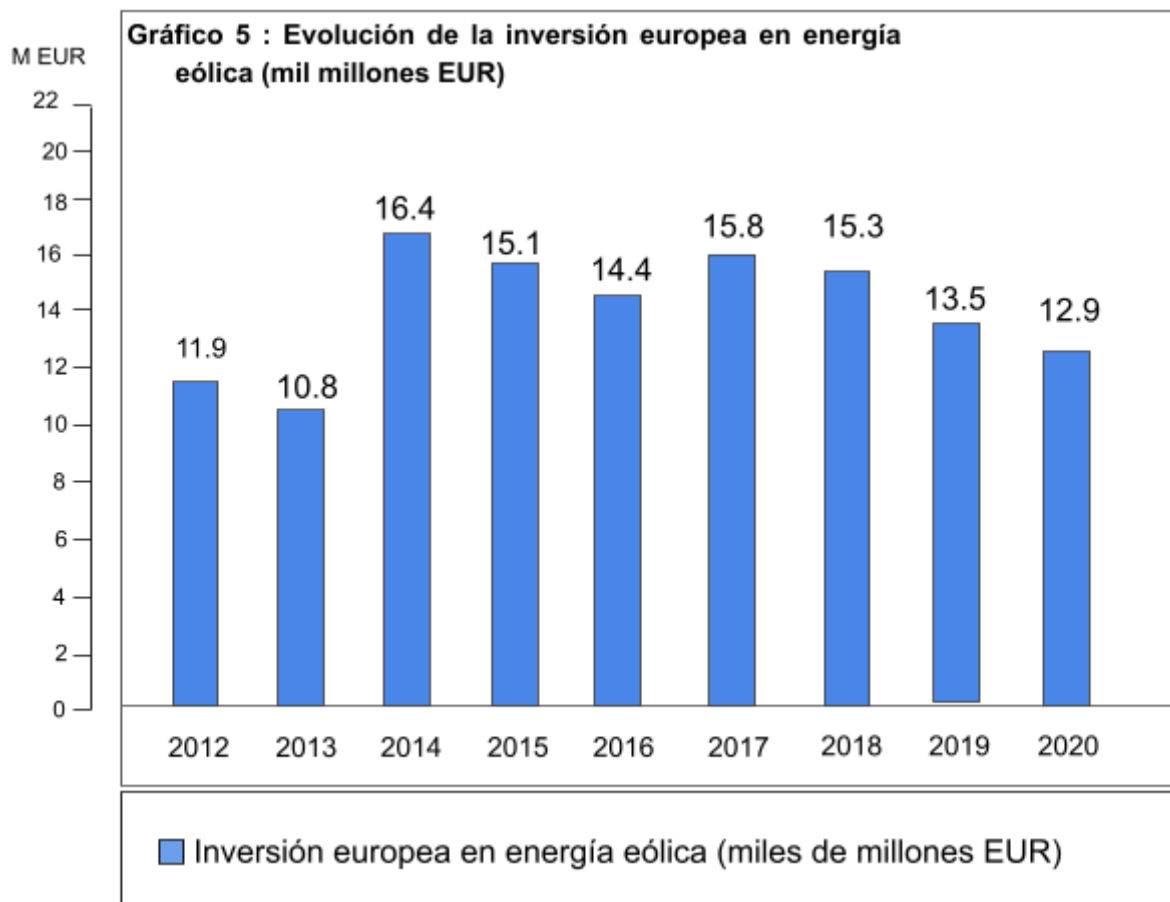
fuentes : WindPower-WindEurope

Por lo tanto, notamos que realmente no ha habido una caída de los precios durante 10 años. Esto se debe a los materiales y la mano de obra que no ha visto bajar su precio. Según la Comisión Europea, el coste de instalación de aerogeneradores seguramente no podrá bajar e incluso podría subir debido a determinadas piezas cada vez más demandadas.

2.4 Financiamiento de la energía eólica.

Sabemos por la Comisión Europea que durante los últimos 10 años se habrían gastado alrededor de 30 000 millones de euros cada año en energía eólica terrestre y marina. Se espera que esta inversión aumente a más de 60 mil millones de euros anuales para 2030. Esta estimación se ha vuelto muy concreta desde la implementación del plan "Next Generation EU" que surgió luego de la pandemia de COVID-19. Se asignarán alrededor de 248 mil millones para la transición ecológica, por lo que parte para la energía eólica terrestre y marina. Esta inversión está financiada por tres partes, la industria eólica, la Unión Europea y los gobiernos de los países.

Gráfico 5 : Evolución de la inversión europea en energía eólica

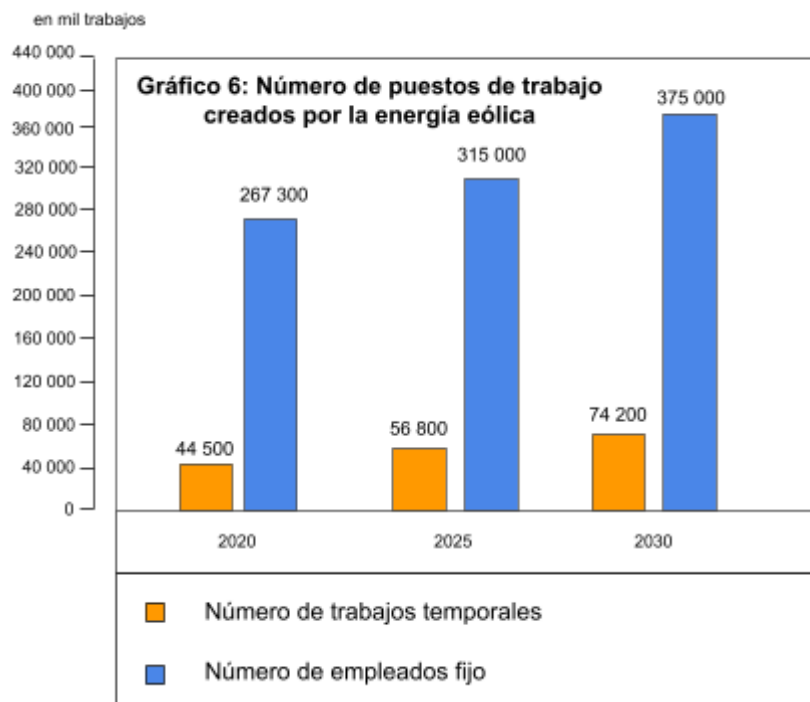


nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea
campo : Datos de actividad 2020
fuentes : Comisión Europea - WindPower

En este gráfico vemos que la inversión en energía eólica terrestre se mantiene bastante constante con, sin embargo, una pequeña disminución que se ha sentido desde 2019, aún no se conocen las cifras del año 2021, será interesante compararlas cuando sea posible. Cabe señalar que la inversión de los países se realiza mediante la compra de electricidad para poder venderla a precios estándar. Esta caída puede explicarse por los costes de producción que se han reducido ligeramente como hemos visto anteriormente, pero esta caída se debe en gran medida a una ralentización en algunos países del sector eólico.

Al invertir en energía eólica, Europa ha creado muchos puestos de trabajo, ya sean directos o indirectos, esto es lo que veremos en el siguiente diagrama que se basa en determinadas estimaciones de "la energía eólica"

Gráfico 6 : Número de puestos de trabajo creados por la energía eólica



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea
campo : Datos de actividad 2020
fuentes : Comisión Europea

Este gráfico se basa en las previsiones esperadas por la Unión Europea para 2030

para determinar el número de puestos de trabajo. Observamos un crecimiento muy constante y muy acorde con lo que hemos visto desde el inicio del estudio.

2.5 Energía eólica terrestre, una progresión estancada.

Hasta ahora hemos visto que la energía eólica terrestre se está convirtiendo rápidamente en un elemento básico en la producción de energía verde, pero algunos estudios quieren demostrar que la energía eólica está en declive. Las razones de este punto de vista son muchas y las enumeramos.

- El porcentaje de CO2 que no desciende a pesar de una mayor proporción de energía renovable en nuestra sociedad.
- El inicio de una caída de la inversión en los últimos años.
- Para algunas personas, el viento en tierra y la contaminación visual.
- Países que detienen la compra fija de electricidad.
- Es probable que la energía solar sea más rentable en ciertas áreas de Europa durante los próximos 10 años.
- problemas ambientales según algunos estudios.

Podemos tomar el ejemplo de Alemania, que eliminó 26.000 puestos de trabajo en la energía eólica en 2019 y volvió a encender centrales eléctricas de carbón por razones financieras. La Unión Europea teme un colapso económico de este mercado si se detienen los fondos de inversión de los industriales. Para muchos que no están a favor de la energía eólica, utilizan el argumento de que la producción no está centralizada en Europa y, por lo tanto, no es buena para el comercio interno de Europa. Sin embargo, como puede ver en este cuadro, Europa tiene una buena participación en el mercado de la energía eólica.

Esta tabla muestra que Europa no depende necesariamente de China para la producción de aerogeneradores. Esta es, en particular, la razón por la que las cifras de empleo en este sector son muy buenas en Europa, como hemos visto.

Tabla 4 : El mayor productor de turbinas eólicas del mundo

	cuota de mercado en%		cuota de mercado en%
--	-------------------------	--	-------------------------

GOLDWIND (China)	12.6%	Gamesa (España)	5.4%
Vestas (Dinamarca)	11.9%	Enercon (Alemania)	5%
GE Wind (USA)	9.6%	Envision (China)	4.9%
Siemens (Alemania)	8.1%	Mingyang (China)	3.6%

nota de lectura : comparación del líder del campo en energía eólica

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : WindPower

A pesar de los criterios citados anteriormente, hemos visto desde el comienzo de este informe que la energía eólica crecerá en los próximos años, especialmente si Europa quiere cumplir sus objetivos para 2030 y 2050. Ahora que nos hemos acercado a la energía eólica terrestre, todavía tenemos que ver otra parte de esta energía: la energía eólica marina.

II. Eolica marina

1.1. Introduccion

En 1991, nació en Dinamarca en Europa el primer parque eólico marino del mundo. En 2021, 30 años después, esta tecnología se ha vuelto más rentable en términos de instalación y rentabilidad. Europa, que cuenta con un gran número de ratings que pueden permitir una implantación significativa de esta tecnología. Para alcanzar el objetivo de neutralidad de carbono para 2050 establecido por Europa, la energía eólica marina es una necesidad. Según varios estudios, las energías renovables en el mar se encuentran entre las tecnologías renovables que tienen mayor potencial de desarrollo, de hecho en los últimos años se ha producido una explosión en la demanda de proyectos de determinados países a la Comisión Europea para un parque de puesta en marcha. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 que se puede ver detuvo por completo este aumento, pero se espera una recuperación muy pronto, según los eurodiputados.

2.1. un sector del futuro

Europa ha marcado una estrategia de desarrollo muy clara en energía eólica marina, hoy en día todavía se utiliza muy poco, en toda Europa tendríamos una potencia de alrededor de **12GW** a diferencia de una potencia de **192GW** para aerogeneradores en tierra. Esta clara diferencia se debe a las limitaciones de las instalaciones que son más difíciles en el mar. Europa, que se beneficia de numerosas clasificaciones, posee el **72%** de la producción de energía marítima mundial. Como puede ver en la tabla a continuación, la clara ambición de hacer avanzar esta energía. Notamos un incremento muy fuerte entre el 2040 y la capacidad final que debería alcanzarse según algún especialista en el **2080**, este incremento se debe al costo y tiempo de instalación que se irá reduciendo año tras año. La capacidad final tiene en cuenta el espacio disponible en el mar, que sigue estando muy regulado debido a las rutas de navegación y pesca. Mi tabla no mezcla

energía marina y oceánica por la buena razón de que la rentabilidad entre las dos es muy diferente incluso si contienen la misma superficie de producción.

Tabla 5 : figura del Eolica Marina

Para comenzar a entender el estudio de la energía eólica marina, resumiré por el momento de manera muy simple en una tabla la potencia actualmente cosechada y las previsiones para 2030, 2040 luego la capacidad final que es en realidad el espacio que se puede dedicar a esta tarea.

	energía en el mar	energía oceánica	número total de viento
actualmente	12GW	>1	3927
2030	40GW	1GW	13392
2040	100GW	5GW	21646
capacidad final	300 GW	40GW	109765

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : Comisión Europea - WindPower - WindEurope

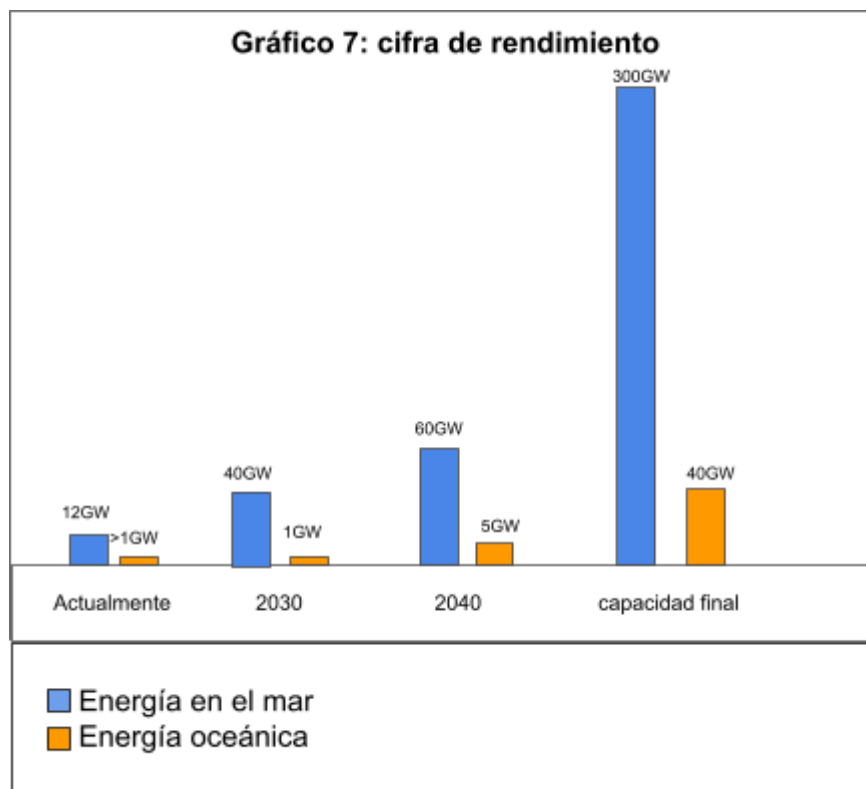
En **2020**, nos dieron el número de aerogeneradores que es de **3627**, por lo que podemos, gracias a esta cifra, calcular el número de aerogeneradores que se necesitarán en función de la potencia solicitada. Para eso basta con hacer un simple producto en cruz. Sin embargo, estas cifras deben tomarse en retrospectiva porque podría haber y sin duda habrá avances tecnológicos que aumentarán la rentabilidad en aproximadamente un **30%** como máximo en 2080. Por lo tanto, podríamos tener una cifra de aerogeneradores marinos de **71.936** y no **102.765** que podrían aumentar la producción de **340GW** a **442GW** si nos mantenemos en el punto de máxima capacidad del aerogenerador marino.

Esta varianza de alrededor del 30% citada anteriormente dependerá de la evolución de cierta tecnología como el aerogenerador flotante inaugurado en **2017** en Escocia y que puede adaptarse al viento para tener un mejor ratio de producción, hasta un **45%**. Según la empresa que lo diseñó. Por lo tanto, por el momento es difícil proporcionar estimaciones probables con solo supuestos como fuente. Sin embargo,

veremos más adelante en este estudio que con otros factores como los presupuestos asignados y asignados podemos tener resultados más realistas.

Para tener una mejor vista de la tabla anterior podemos ponerla en forma de gráfico, esto nos permite por ejemplo cuestionar los resultados obtenidos, entre 2020 y 2030 tenemos un incremento del 230% en solo 10 años, en comparación entre 2040 y 2080 que es la fecha según ciertas empresas, científicos o se alcanzará la capacidad final, hay un aumento del 400% pero en 40 años sabemos que son los avances técnicos los que harán más avanzado su desarrollo. Por tanto, podemos preguntarnos sobre ciertas predicciones que ciertamente nos parecen inviables.

Gráfico 7 : cifra de rendimiento



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : Comisión Europea - WindPower - WindEurope

Para concluir con estas cifras, comparando la energía eólica terrestre, observamos que, por el momento, podemos tener dudas sobre creer que la energía eólica marina tendrá una participación significativa en la producción de electricidad en Europa. Sin

embargo, si Europa sigue siendo líder en la investigación de esta tecnología y mantiene sus compromisos para su desarrollo, entonces sí, la evolución que vemos en la curva puede ser alcanzable en cierta medida como se anunció anteriormente..

2.2. Un sector muy desigual

La producción de electricidad con eólica marina sigue siendo muy desigual según los países, de hecho, al igual que con la eólica terrestre, se necesitan condiciones especiales para su producción y no todos los territorios europeos son iguales. Por eso es interesante comparar la producción de los países más grandes para comprender las ventajas demográficas de la energía eólica marina.

Tabla 6 : figura del Eólica Marina en cada país

	poder producido	porcentaje del sector	número de aerogeneradores
Belgica	1.2GW	10%	399
Alemania	3.3GW	28%	1100
Finlandia	0.1GW	1.1%	45
Países Bajos	1.3GW	11.1%	437
Inglaterra	5GW	42.8%	1712
otro país	1GW	7.6%	299

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea dependiendo de cada país

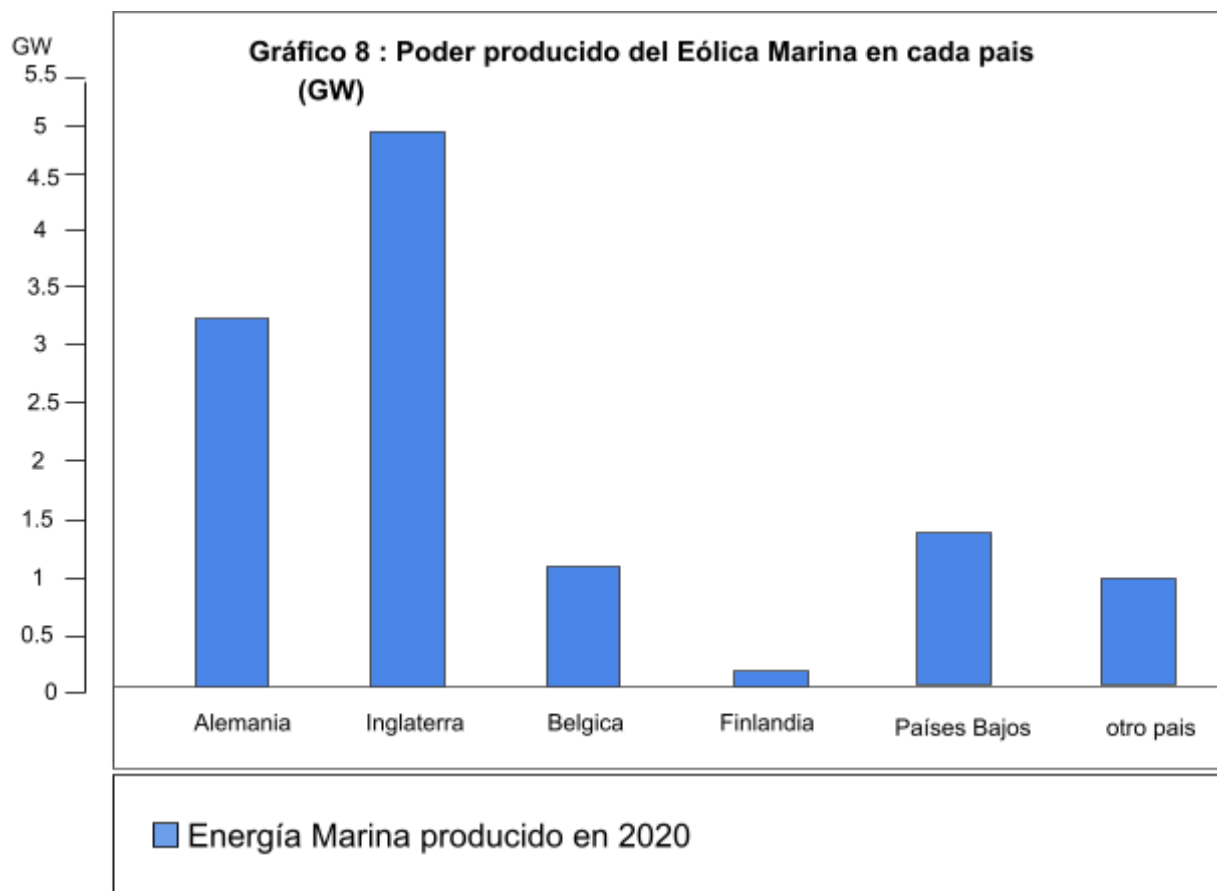
campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea

Después de haber recopilado el número de aerogeneradores marinos según el país, podemos calcular la potencia producida y el porcentaje según el país. He decidido quedarme con Reino Unido aunque ya no estén en la Unión Europea, lo más importante es su territorio geográfico. Inglaterra contiene casi la mitad de la producción con un **42,8%**, lo que se debe principalmente a la gran franja de probabilidades que tienen. En otros países, podríamos citar a Francia, España, Portugal e Italia, que todavía no están bien metidos en la industria eólica marina.

Ponerlo en forma de gráfico nos permite ver claramente las brechas de desarrollo y se explican fácilmente. La primera razón es la longitud de las costas, los países que no tienen costa, lamentablemente no pueden aprovechar esta energía. Sin embargo, esta no es la única razón, porque en el gráfico, Francia, España o Italia, que tiene una gran costa, sabemos que el viento mediterráneo no es adecuado para esta tecnología.

Gráfico 8 : Poder producido del Eólica Marina en cada país (GW)



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea dependiendo de cada país

campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea

Como se mencionó anteriormente, el sector está dominado por sólo 4 países por las razones mencionadas anteriormente. Sin embargo, algunos países como Francia y España, que cuentan con espacios marítimos que pueden ser favorables para la energía, vienen acelerando su desarrollo desde hace unos años.

2.3 Costo de la energía offshore.

Al igual que ocurre con la energía eólica terrestre, estudiaremos y compararemos los costes de inversión y la rentabilidad del producto. Uno de los principales problemas de las energías renovables son sus precios muy elevados. Por ejemplo, sabemos que el precio de MWh en producción nuclear está entre 59-90 EUR dependiendo de la antigüedad de la planta. Además, las turbinas eólicas marinas son difíciles de mantener debido a su ubicación.

Tabla 7 : Precio de la energía eólica marina por MWh

	Precio de la energía eólica marina por MWh
países más avanzados en esta área (Dinamarca, por ejemplo)	110-135 EUR
los países menos desarrollados en esta área (Francia, por ejemplo)	165-180 EUR

nota de lectura : precio promedio para las turbinas eólicas marinas (MWh)

campo : Datos de actividad 2019

fuentes : Actu-environnement

Tabla 8 : Precio de la energía térmica y nuclear por MWh

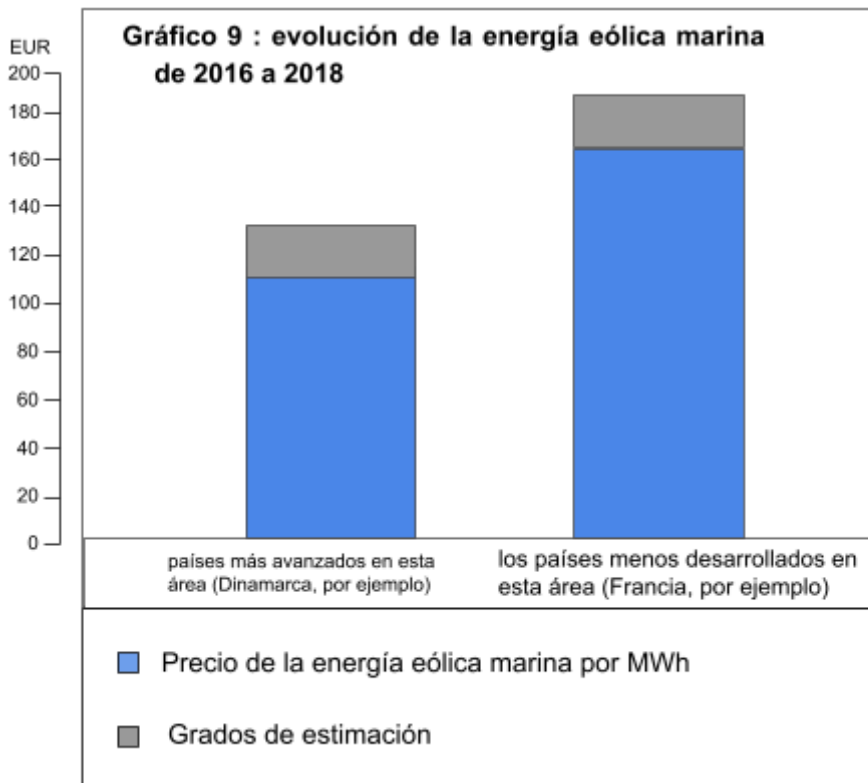
	Precio de la energía por MWh
central nuclear	59-90 EUR
central térmica	120-140 EUR

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2019
fuentes : Actu-environnement

Observamos que el precio por MWh de una central térmica es casi superior al precio de MWh pero veremos más adelante en este informe que esta cifra debe ser matizada. En estas tablas justo arriba, podemos ver el precio del MWh de la energía eólica marina, que se mantiene muy por encima del MWh nuclear que es muy popular en Europa. Aunque el precio puede bajar en los próximos años gracias a su desarrollo. Podemos tomar como ejemplo el proyecto HYDROBOND coordinado por la Universidad de Barcelona y que tenía como objetivo proteger los materiales del aerogenerador. Es gracias a todos estos estudios que bajará el precio de mantenimiento, montaje, etc.

Gráfico 9 : evolución de la energía eólica marina de 2016 a 2018



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2018

fuentes : Actu-environnement

Para concluir sobre los costos de la energía eólica marina, además de la energía nuclear, existen costos relativamente asequibles para los proveedores de

electricidad. A pesar de todo, su rentabilidad en relación a su financiación sigue siendo baja y esto es lo que veremos en la próxima parte de este informe.

2.4 Financiamiento de la energía offshore.

Como hemos visto anteriormente, Europa es un actor clave en la energía eólica marina. Según el consejero delegado de "The Wind Europe", la inversión en este sector podría superar los 800.000 millones de euros en 2050. Esta importante inversión podría cumplir los compromisos climáticos europeos.

En 2020, de los 29.000 millones de euros invertidos en el sector de la energía eólica en Europa * 14.000 millones fueron para la energía eólica marina.

Gráfico 10 : Evolución de la inversión europea en energía eólica marina



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2020

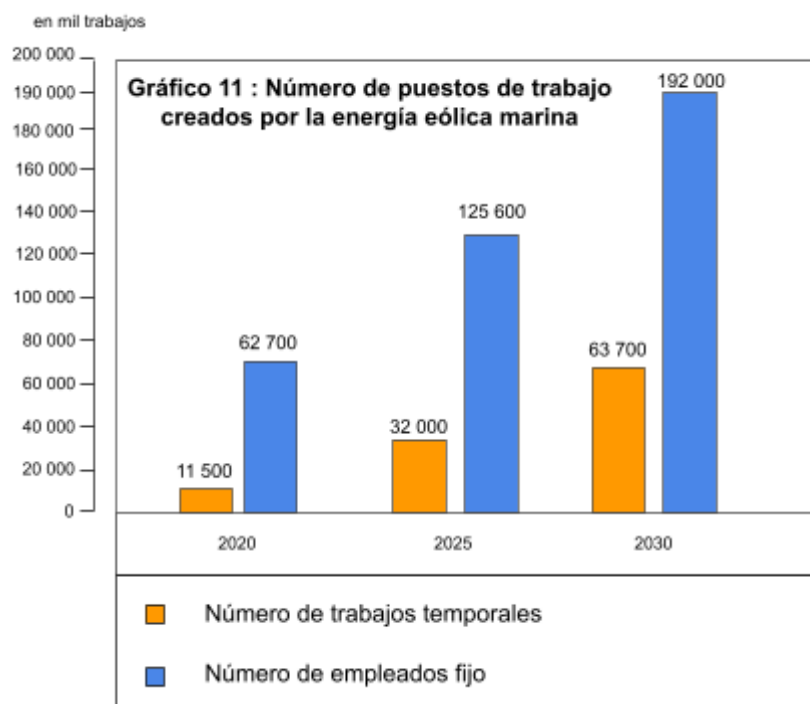
fuentes : Comisión Europea - WindPower - WindEurope

Tenga en cuenta que estas cifras son inversiones en nuevos parques eólicos y no inversión total en energía eólica marina. Las cifras utilizadas provienen de la energía eólica y de “windeurope”, que es la fuente más confiable de la industria.

Este gráfico anterior nos permite visualizar la financiación de la energía eólica marina con el año más prolífico de su establecimiento como 2016 con 23.1 mil millones de euros invertidos solo en alta mar. Sin embargo, las cifras de 2017 siguen siendo más débiles, pero el parque eólico sigue creciendo. La caída de la inversión se debe, en particular, a uno de los mayores actores del mercado, Alemania, que en 2017 no invirtió tanto como años antes, lo que empujó la curva a la baja bruscamente. Según estudios recientes, COVID-19 ha tenido un impacto en la producción pero de ninguna manera en el financiamiento como explicamos anteriormente.

Esta inversión, además de desarrollar energías renovables, generará muchos puestos de trabajo. Es imposible encontrar las cifras de empleo europeo, sin embargo tenemos las cifras mundiales y comparando la capacidad producida de cada país del mundo y el número de puestos de trabajo podemos tener una estimación en Europa como se ve en el diagrama siguiente. Sabemos que la energía eólica marina en Europa supone el 79% de toda la producción mundial

Gráfico 11 : Número de puestos de trabajo creados por la energía eólica marina



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea
campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea

Las estimaciones en este gráfico se toman de la "energía eólica"
En Europa, durante los últimos 10 años, se han gastado 3.840 millones de euros en investigación y desarrollo de energía eólica marina. Según fuentes europeas, es el sector privado el que más invierte en investigación con un importe que asciende a 2.740 millones de euros. De hecho, las empresas están apostando por este sector prometedor, especialmente en términos de desarrollo tecnológico para turbinas. Los países han invertido un total de 463 millones de euros y Europa ha invertido 493 millones de euros.

Gráfico 12 : Presupuesto europeo para la investigación de la energía eólica marina durante 10 años



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2020

fuentes : Comisión Europea - WindPower

III. Análisis descriptivo de la evolución

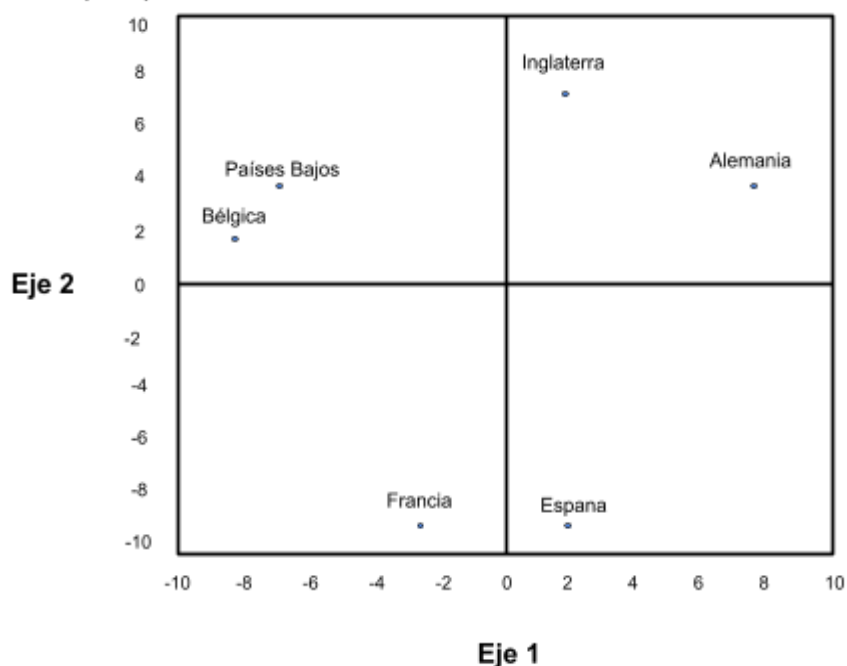
1.1. Introduccion

En este capítulo estudiaremos, utilizando la fórmula (disponible en glosario), método de estadística descriptiva, estadística inferencial, análisis predictivo, los datos explicados anteriormente. Con esto se pretende matemáticamente, sacar conclusiones en la parte anterior. Las conclusiones que vamos a ver nos permitirán responder de forma diferente a lo que ya hemos hecho a uno de los problemas de este estudio, a saber, la evolución de la energía eólica en general.

2.1. Análisis de componentes principales (ACP)

Gráfico 13 : Representación de la producción eólica terrestre en función de la eólica marina

Gráfico 13 : Representación de la producción eólica terrestre en función de la eólica marina (ACP)



El eje 1 representa la media en el intervalo [-10; 10] de producción eólica terrestre.

El eje 2 representa la media en el intervalo [-10; 10] de producción eólica marina.

Notamos que Inglaterra, que es la más alta, tiene la mayor producción costa afuera.

Alemania tiene la producción en tierra más alta y una producción en alta mar por encima de la media. Los Países Bajos y Bélgica tienen producciones similares en ambos campos, es decir, una explotación de alrededor de 1 GW en alta mar, pero una explotación relativamente baja en tierra. El último caso de la tabla es el de Francia y España, cuya producción de suelo es muy similar (16.000GW Francia, 23.000 España) pero cuya producción costa afuera es muy baja. Hay pocos países que se encuentran en el centro del gráfico, lo que muestra que algunos países logran tener una producción eólica terrestre y marina significativa. excepción para Alemania e Inglaterra, que están muy por encima de la media, como podemos ver

Calculando la varianza :

Sabemos que la varianza siempre es relativa a una variable y se da como porcentaje.

Esta varianza permite identificar los individuos más importantes en cada eje. De hecho, el eje xy el eje y corresponden al valor de la media.

Recordamos la fórmula general de la varianza:

$$Var(C^1) = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 (c_i^1)^2$$

La varianza del eje 1 es 35,41. Lo podemos encontrar gracias al autovalor o con la fórmula que se ve justo arriba. Primer ejemplo de la varianza de un país, Bélgica.

Determinamos en la curva que la razón $c_i^1 = -8.34\%$. Su contribución es, por tanto:

$$\text{Bélgica: } \frac{1/6 (-8.34)^2}{35.41} \times 100 = 32.73\%$$

Bélgica representa el 32,7% de esta variación, por lo que tiene uno de los resultados más bajos en energía eólica terrestre; por ejemplo, Alemania, que tiene el resultado más bajo, también tiene una alta variación. Podríamos repetir este proceso para ambos ejes y todos los países pero ya hemos demostrado lo que queríamos ver. Sin embargo, puede compararse con los ejemplos de otros países a continuación.

$$\text{Francia: } \frac{1/6(-3.51)^2}{35.41} \times 100 = 5.76\%$$

$$\text{Inglaterra: } \frac{1/6(2.78)^2}{35.41} \times 100 = 3.63\%$$

2.2. Análisis de correspondencia factorial (AFC)

En esta parte usaremos el principio AFC para resaltar los datos sobre la inversión de la energía eólica terrestre y marina. Primero, un recordatorio de la evolución vista anteriormente, ya habíamos analizado estos datos.

Tabla 9 : inversión eólica terrestre y marina

	Inversión europea en energía eólica marina	Inversión europea en energía eólica terrestre	Total
2016	23.1 mil millones	14.4 mil millones	37.5 mil millones
2017	12.2 mil millones	15.8 mil millones	28 mil millones
2018	14.1 mil millones	15.3 mil millones	29.4 mil millones
2019	10.3 mil millones	13.5 mil millones	23.8 mil millones
2020	14.4 mil millones	12.9 mil millones	27.3 mil millones
Total	74.1 mil millones	71.9 mil millones	146 mil millones

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo :

fuentes : Datos de actividad 2020. Comisión Europea

Echemos un vistazo rápido a esta tabla de resumen. Al comparar los datos de la energía eólica terrestre y marina, vemos que en los últimos 5 años la inversión en ha sido prácticamente similar entre los dos. La inversión también se mantiene bastante constante, sin embargo, sigue siendo muy reciente para la energía eólica marina, por lo que la tierra todavía domina en gran medida este sector.

Calcularemos la matriz de la brecha de independencia que nos permitirá concluir si existen diferencias entre los números teóricos y los números observados. Esto permite encontrar atractivos entre los diferentes años de financiación.

A esta matriz la llamamos M1:

Cálculo de la matriz : $74.1 \times \frac{37.5}{100} = 27$ $74.1 \times \frac{28}{100} = 21$

$71.9 \times \frac{37.5}{100} = 26$ $71.9 \times \frac{28}{100} = 20$

matriz M1: **matriz M2:** **MR= M2-M1**

27 21	23 14	-4 -7
26 20	12 15	-14 -5
22 21	14 15	-8 -6
18 17	10 13	-8 -4
26 20	14 12	-12 -8

Restamos las matrices M1 y M2 para deducir la matriz MR que posteriormente representará la matriz en función de los años de 2016 a 2020.

Tabla 10 : Matriz de MR en función de los años

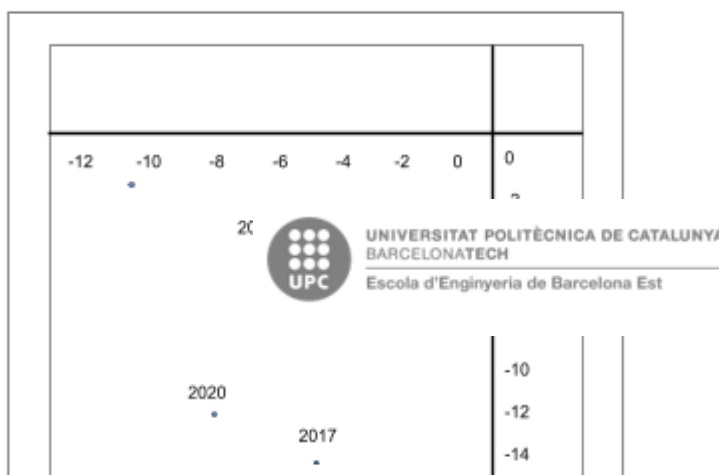
2016	-4	-7
2017	-14	-5
2018	-8	-6
2019	-8	-4
2020	-12	-8

Clasificamos la matriz MR según los años y esto simplemente nos dará las coordenadas para colocar en una gráfica para poder sacar conclusiones.

nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea
campo :
fuentes : Datos de actividad 2020. Comisión Europea

Gráfico 14 Representación de la Matriz de MR en función de los años

Gráfico 14: Representación de la Matriz de MR en función de los años



La posición de estos puntos permite concluir sobre ciertas relaciones entre los años de la mesa como lo explicaremos.

Para las matrices de brechas, se nos dice que cuando la brecha de independencia es negativa, no tenemos atracción entre los diferentes años para obtener financiamiento. La financiación offshore no depende de la financiación de la energía eólica terrestre de ninguna manera, como demostramos en las secciones anteriores, y corre el riesgo de superar a la energía eólica terrestre en los próximos 10 a 15 años. Podemos sacar estas conclusiones gracias a la información que nos aporta Análisis de correspondencia factorial que según las posiciones de los puntos nos indica lo que significa

Conclusiones

Conclusión : Producción de energía eólica

En esta primera parte, analizamos por primera vez los datos sobre la energía eólica terrestre en Europa desde alrededor de 2012. Esto nos permitió observar primero que estábamos en una tendencia positiva. Efectivamente los países europeos como decíamos en la introducción tienen una política de reducción de gases de efecto invernadero por lo que instalan aerogeneradores terrestres. La ubicación de esta turbina eólica es muy desigual y depende de muchos factores que mencionamos. En una segunda parte estudiamos los costos de esta tecnología y llegamos a la conclusión de que con la ayuda financiera de Europa, la ayuda del gobierno que compra la electricidad a precios de vendedor para rentabilizar el aerogenerador. Tuvimos precios comparables a los más baratos del mercado, mercado como las plantas de energía nuclear. Luego hablamos de financiar la energía eólica y nos dimos cuenta de que para mantener el crecimiento hay que pagar un precio. Es un sector muy caro, pero en comparación con otros sigue siendo menos peligroso y contaminante extremadamente bajo. Para finalizar esta parte hemos abordado los posibles temores de un descenso en el crecimiento de la energía eólica terrestre. Sin embargo, como hemos demostrado, esto es solo una conjetura.

Conclusión : Eólica marina

En esta segunda parte, nos hemos ocupado de la energía eólica marina. En primer lugar, fue interesante presentar las cifras de evolución de la Comisión Europea. Aquí se nos muestra un pronóstico muy optimista. Es fascinante tener en cuenta estos números para compararlos en el resto del estudio. Como ocurre con la energía eólica terrestre, la distribución es muy desigual y algunos países no pueden aprovechar este medio para producir electricidad. En esta sección nos damos cuenta del potencial de la energía eólica marina, pero por el momento sigue estando muy poco desarrollada a pesar de que Europa posee el 76% del mercado mundial. Seguimos la misma metodología que para la energía eólica terrestre al estudiar los costos. El precio de producción de la electricidad sigue siendo bastante alto a pesar de la ayuda, pero a diferencia de la energía eólica terrestre, los costes de

producción han ido disminuyendo en los últimos años. Terminamos esta parte de las inversiones y nuevamente son sustanciales pero pueden crear muchos puestos de trabajo.

Conclusión : Análisis descriptivo de la evolución

En esta última parte, el objetivo era demostrar matemáticamente las conclusiones que habíamos extraído de las partes anteriores. Usamos dos métodos matemáticos. El primer Análisis de componentes principales (PCA) luego el Análisis de correspondencia factorial (AFC) en un segundo paso. En la primera parte, calculamos la variación para algunos de los miembros para resaltar la diversidad de países en la producción de energía eólica terrestre y marina. Pudimos concluir que ciertos países podrían tener un crecimiento meteórico en el offshore como Francia, por ejemplo. Este método también permite comparar con precisión los datos vistos anteriormente. En la segunda parte el objetivo fue comparar el financiamiento offshore con el onshore, para ello se utilizó el análisis de correspondencia factorial.

Gracias a la matriz generada de la tabla, determinamos una nueva matriz MR que nos dará coordenadas según los años de financiación. Luego colocamos en una gráfica y dependiendo del posicionamiento de los años, sacamos conclusiones. En nuestro caso, matriz negativa por lo que no tenemos atracción entre la financiación onshore y offshore, es decir, la eólica marina se beneficiará de un desarrollo mucho mayor que la eólica terrestre.

Bibliografía

Puede encontrar aquí todos los sitios y libros utilizados para encontrar información sobre el tema, tenga en cuenta que muchos de ellos están en francés

Producción de energía eólica

- the wind power
- the windEurope
- Wikipédia
- journal éolien
- l'éolien-en-europe
- touteurope
- euractiv
- l'express
- vie publique
- connaissance des énergies
- Decreto europeo 19.11.2020
- débat public
- courrier international
- lesechos
- Valorem
- technique-ingénieur
- planete-energie
- Selecta
- BuinessFrance
- lalibre
- Numerama
- scienceavenir
- Decreto europeo 18.03.2020
- lavenir.net
- Decreto europeo 16.02.2021
- batiactu

Eolica marina

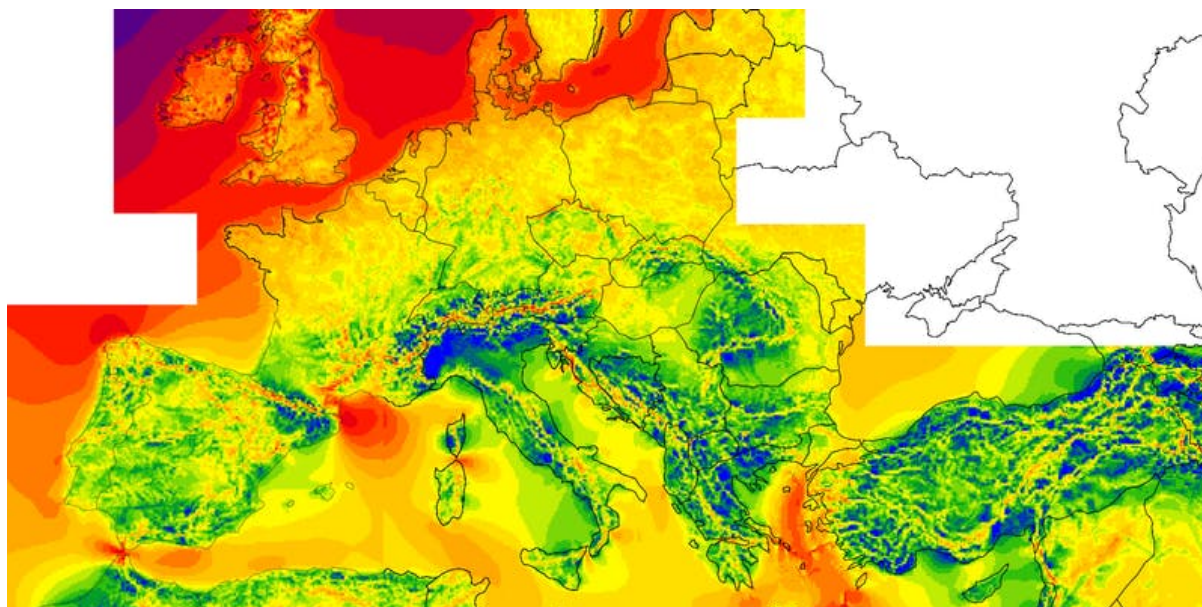
- lesechos
- the windEurope
- Wikipédia
- journal éolien
- l'éolien-en-europe
- touteurope
- l'express
- Decreto europeo 19.11.2020
- Usine nouvelle
- Adema
- batiactu
- Valorem
- technique-ingénieur
- planete-energie
- Selecta
- BuinessFrance
- Decreto europeo 18.03.2020
- Decreto europeo 16.02.2021
- écologie.gouv
- Eolica

Análisis descriptivo de la evolución

- Mathsuniv-toulouse
- ParisTechEcole
- Wikipédia
- iase.org
- digsilent.de
- ressource-lille
- IRISA.fr
- Voxco
- Ressources-acutelles
- Unilim
- technique-ingénieur
- ISBN
- L'Usine Nouvelle
- BuinessFrance
- DUNOD Renée Veysseyre
- Emse.fr

Anexo

Anexo 1

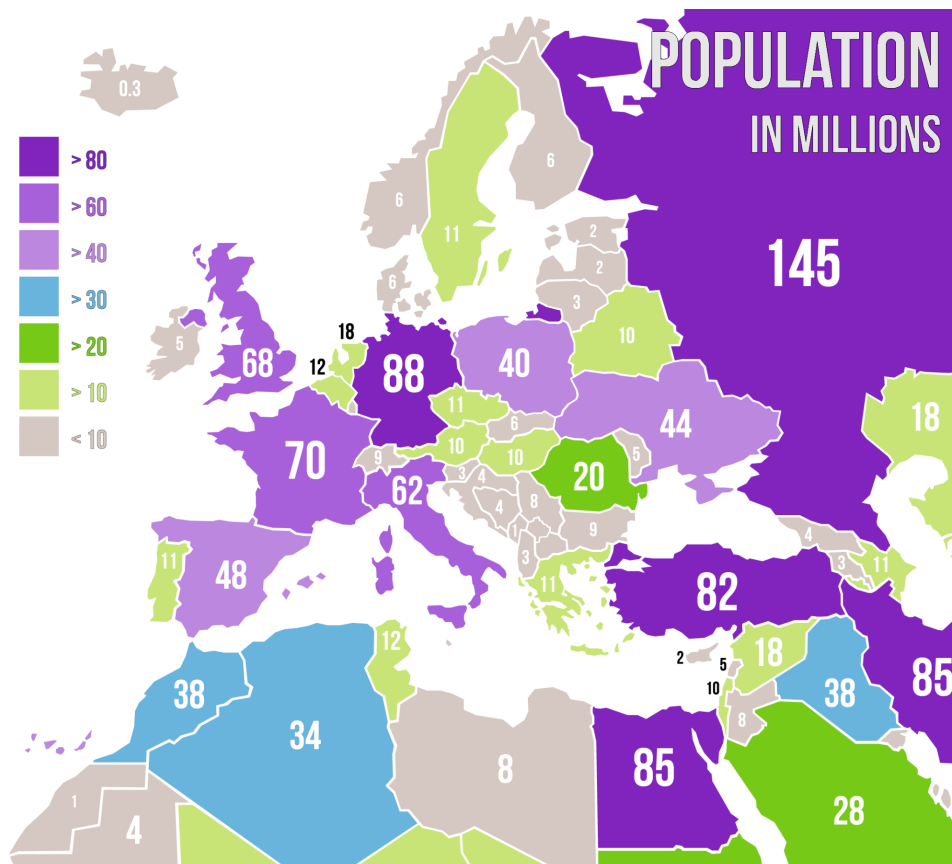


nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2015

fuentes : Datos de actividad 2020. Comisión Europea

Anexo 2



nota de lectura : las cifras agrupan toda la producción europea

campo : Datos de actividad 2017

fuentes : Datos de actividad 2020. Comisión Europea

Tabla de ilustraciones

Tabla 1 : figura del Eolico.....	11
Tabla 2 : Energía eólica instalada en la Unión Europea (MW).....	12
Tabla 3 : Precio de la energía eólica terrestre por MWh.....	15
Tabla 4 : El mayor productor de turbinas eólicas del mundo.....	20
Tabla 5 : figura del Eólica Marina.....	23
Tabla 6 : figura del Eólica Marina en cada país.....	25
Tabla 7 : Precio de la energía eólica marina por MWh.....	27
Tabla 8 : Precio de la energía térmica y nuclear por MWh.....	27
Tabla 9 : inversión eólica terrestre y marina.....	35
Tabla 10 : Matriz de MR en función de los años.....	36
Gráfico 1 : evolución de la energía eólica de 2012 a 2020.....	11
Gráfico 2 : Energía eólica instalada en la Unión Europea (MW).....	14
Gráfico 3 : evolución de la energía eólica de 2016 a 2018.....	16
Gráfico 4: evolución del precio del coste de la inversión.....	17
Gráfico 5 : Evolución de la inversión europea en energía eólica.....	18
Gráfico 6 : Número de puestos de trabajo creados por la energía eólica.....	19
Gráfico 7 : cifra de rendimiento.....	24
Gráfico 8 : Poder producido del Eólica Marina en cada país (GW).....	26
Gráfico 9 : evolución de la energía eólica marina de 2016 a 2018.....	28
Gráfico 10 : Evolución de la inversión europea en energía eólica marina.....	29
Gráfico 11 : Número de puestos de trabajo creados por la energía eólica marina...30	
Gráfico 12 : Presupuesto europeo para la investigación de la energía eólica marina durante 10 años.....	31
Gráfico 13 : Representación de la producción eólica terrestre en función de la eólica marina.....	32
Gráfico 14 Representación de la Matriz de MR en función de los años.....	35